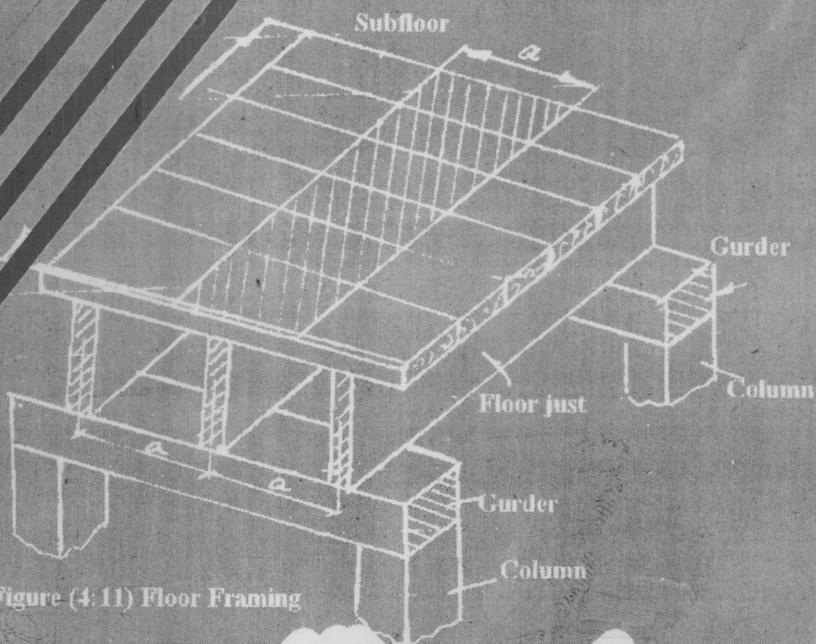


Figure (4:11) Floor Framing

د موادو مقاومت

$$\propto_1 = 25°45; 2\propto_1 = 51°20; \text{Sin}2\propto_1 = 0.7808; \text{Cos}_1 = 0.624;$$

$$I_{max} = \frac{Ix+Iy}{2} + \frac{Ix-Iy}{2}\text{Cos}2\propto_1 - Ixy.\text{Sin}2\propto_1 = \frac{30488+10101}{2}$$

$$+\frac{30488-10101}{2}.0,6247-(-12737).0,7808 = 36607\text{cm}^4$$

پوهنیار دیپلوم انجنیر محمد معشوق پتیار

یادونه!

له درنو لوستونکو څخه هیله کوم چې د دې کتاب له رانیولو څخه خپل مالي امکانات ونه سپموي او د علم په زده کړه کې او د هغې د پراختیا لپاره شوم او بخیل نه شي او داسې روحیه ولري چې نور مینه وال د کتاب لیکلو ته وهڅوي چې په ښه توګه، په ښه شوق او ښو مطالبو درلودونکي کتابونه ولیکي چې که خدای (ﷻ) کول د دې لیارې زموږ نړیدلی ملک ښېرازه او دردیدلي خلک او ولس آباد او د امیدونو غوټۍ یې وغوړیږي.

دا چې الله (ﷻ) انسانان دې نړۍ ته د عبادت او د هغې د ځمکې د ابادولو لپاره پیدا کړي دي نو لهذا دا د هر انسان او په خاصه توګه د هر مسلمان او په تیره بیا د هر رښتیني افغان، چې ملک او خلک یې له نورې دنیا څخه زیات وروسته پاتې او کړیدلي دي، فرض دی. نو هیله ده چې خپله همکاري په دې اړه دریغ نه کړي.

په درناوي

انجنیر محمد معشوق پتیار

د کور د خپرونو ځانګه، خپرنی لړۍ: ۲۷

د ننګرهار اسلامي پوهنتون
د انجنيرۍ پوهنځی



د موادو مقاومت

انجنيير محمد معشوق پتيار



د کتاب لنډه پېژندنه:

د کتاب نوم : د موادو مقاومت
لیکوال : انجنیر محمد معشوق پتیار
خپرونکی : د ختیځ د بیا رغونې اداره (کور) د خپرونو څانګه
اهتمام : ډاکټر محمد فرید بزګر
ټایپ او ډیزاین : نعمت الله رسولي
د چاپ لګښت : ختیځ بیا رغونې اداره (کور)
د خپرېدو کال : وری ۱۳۸۰ هجري لمریز/اپریل ۲۰۰۱ع
د خپرونو لړ : ۲۷

زموږ پته: G.P.O. Box 607, Pehawar, Pakistan
E-mail: kor_bazger@hotmail.com
د ارتباط نورې پتې د کتاب په پای کې وګورئ!



بسم الله الرحمن الرحیم

مننه

له پخوا نه د کتاب او کتاب لیکلو سره ډیره مینه لرم، خو د اقتصادي ستونزو له امله مې نه شول کولای هغه څه چې مې په سینه او مغـزو کې دي ټولنې تـه وړاندې کړم، د الله (ﷻ) ډیره ستره مهرباني وه چې ما ته یې د دې توان راکړ چې یوه ډیره کوچنۍ راټولونه د (موادو د مقاومت) په علم کـې وکـړم او هغـه خپلو هیوادوالو او د دې علم مینه والو ته وړاندې کـړم پـه دې اړه د الله (ﷻ) څخه زیات شکر گذار یم.

همدا راز د ختیځ بیا رغونې اداري (کور) له مشر محترم ډاکتر محمد فرید بزگر، او د کور د خپرونو د څانگې له مسوول ښاغلي نعمـت الله رسـولي او د کـور د خپرونو څانگې له نورو کارکوونکو هم ډېره مننه ادا کوم چـې زمـا سره یـې د دې کتاب په چاپولو او کمپوز کولو کې پوره پوره مرسته او همکاري کـړې ده.

د خپل هېواد او ژبې سره د دوی مینه او په دې اړه د دوی نه ستړې کېدونکې هڅې د یادولو وړ دي چې دوی په ډېرو لږو مالي امکاناتو تر اوسه په خپله ژبـه درنو هېوادوالو ته زیات علمــي او تکنیکـي کتابونـه چـاپ کـړي دي؛ زه یـې قدرداني کوم، او دوی ته د لوی خدای (ﷻ) څخه د لا ډیرو کامیابیو دعا کوم (امین).

هیره دی نه وي چې د انجینري پوهنځي محصل محمد شجاع هڅې او مندې د یاد وړ او زه ورڅخه مننه کوم.

په ډیره مینه

پوهنیار دیپلوم انجنیر محمد معشوق پتیار



د خپرونکې یو څو خبرې

ډېر د خوښۍ ځای دی چې د علم له پراخ سمندر څخه د دې کتاب په وسیله د پښتو ژبې وچ کومې ته یو څاڅکی وررسېږي. دا کتاب "د موادو مقاومت" چې ستاسې په لاس کې دی د انجنیرۍ د پوهنځي د زده کوونکو لپاره لیکل شوی، چې بشپړ تکنیکي کتاب دی، زه د کتاب په محتوی نه غږېږم، یوازې د خپرونکي په صفت یو څو ټکو ته اشاره کوم. کتاب کوچنی برېښي خو یوازې ټایپ او ډیزاین یې څو میاشتې نیولي دي ځکه چې په کتاب کې ډېر زیات شکلونه او معادلې موجودې وې، چې د هرې معادلې لیکل ساده نه و، او ډېر وخت یې نیوه. د پروف د اصلاح په وخت چې کله به یو عکس، سمبول یا معادله په متن کې ور زیاته یا کمه شوه، نو ټول فایل به د خپل اصلي ځای څخه وخوځېده او هغه سمبولونه کوم چې به په خپلو ځایونو کې وو له خپلو ځایونو څخه به یې تغیر وکړ، او هر څه به ګډوډ شول، له دغې وجې اوس هم کېدای شي یوه نیمه صفحه لویه او وړه وي.

ډېره هڅه شوې چې کتاب پرته له غلطیو لوستونکو ته وړاندې شي، هیله ده چې دا کتاب درنو لوستونکو ته په زړه پورې وي او د لوستو په وخت کې له کومې ټایپي غلطۍ سره مخ نه شي.

په پای کې انجنیر صاحب معشوق او د انجنیرۍ پوهنځي درنو لوستونکو ته د دې کتاب د چاپ مبارکي وایم، او د لوی خدای (ج) څخه هیله کوم چې د دې کتاب محترم لوستونکي د ګران او وران افغانستان په بیاودانولو کې ستره برخه ولرلای شي.

په خورا درنښت

نعمت الله رسولي

د کور د خپرونو څانګې مسوول

نيوليك

دريم څپرکی

خلورم څپرکی

پنځم څپرکی

شپږم څپرکی

د خپرونکي په اړه:

د لیکوال په اړه:

بسم الله الرحمن الرحیم

سریزه

الحمدلله رب العالمین والصلوة والسلام علی سیدنا و نبینا محمد و علی اله و اصحابه اجمعین

ټوله ثناء او صفت خاص الله لره دی چې د دې توان او توفیق یې راکړ چې دغه ناخیزه مجموعه د کتاب په شکل خپلو قدرمنو عزیزانو، هیوادوالو او مسلمانو ورونو ته د دوی د پوهې د لوړتیا په خاطر په دغه مضمون کې نذرانه کوم.

دا کتاب په ٦ فصلونواوضمیمه چې دکورنی کارونو د اجرا نمونې پکې ښودل شوي دي د سورت بندي جدولونو څخه متشکل دي. کتاب د تازه چاپ شوو کتابونو او د نړۍ د ستاندرد موسسو پواسطه لیکل شوو او تالیف شوو کتابونو څخه ترتیب شوی دی. پدې کتاب کې زیات کوښښ شوی دی چې ساده او روانه پښتو ژبه په کې پکار شي ترڅو د هېوادوالو د لوست او پوهیدو وړ وي. د هري موضوع وروسته یو یا څو تشریحي مثالونه حل شوي دي او همدارنګه د تمرین لپاره پکې ځینې سوالونه هم ورکړی شوي دي چې هیله ده د لوستونکو دپام وړ وګرځي. د هر سوال په اخیرکې د هغه ذرست حل ترلاسه کېدالی شي. په همدې ترتیب یو شمیر سوالونه او مثالونه په انچي سیستم هم ورکړل شوي دي چې د ضرورت په وخت ورڅخه د هغو پرزه جاتو لپاره چې په انچي سیستم کې جوړ شوي وي استفاده وکړي.

په دې کتاب کې اوس یوازې ستاتیک مسایل څېړل شوي دي چې په راتلونکې کې هیله ده چې د دې په دوام په دویمه برخه کې د ستاتیک نور مهم مسایل او د موادو د مقاومت دینامیکي برخه هم وڅېړل شي او خپلو وطنوالو ته به د ګټې اخستنې لپاره تیار او چمتوشي.

کتاب اصلا د تدریس لپاره اماده شوې دی. خو استفاده کوونکې ورڅخه د خپلو روزمره چارو اومسایلو د حل لپاره پوره پوره ګټه اخستلی شي.

زه په دې هځه کې یم چې دا کتاب په راتلونکي کې حجیم او زیات مطالب ولري په خاصه توګه سیول انجنیرۍ کې او په برخیزه توګه میخانیک انجنیرۍ کې؛ نو د ګرانو لوستونکو څخه دا هیله لرم چې خپل وړاندېزونه او د کتاب نیمګړتیاوې راته په ګوته کړي تر څو په راتلونکي کې اصلاح او په نورو کې متوجه اوسم او یوه د پام وړ او ګټوره ټولګه وطنوالو ته وړاندې او جوړه کړی شم.

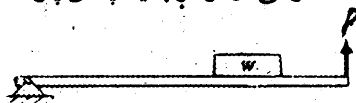
لومړی څپرکی

فشار Simple Stress

پېژندنه (Introduction)

ستاتيك، دينـاميك او د مــوادو مقـاومت دانجنيــريي ميښخـانيك درې بنستيزې برخــې جوړوي ستـاتيك او دينـاميك پرلومـړي سـركې د قـوو د خارجي تاثيراتو او اغيزو چې په يو سخت جسم باندې يې لري مطالعه كاوه او دا هغه اجسام دي دكوم په نتيجه كې چې ممكن تغير شكل پـه پـام كې ونـه نيـول شي يعني داسې فـرض كيـږي چې جسم تغيرشـكل نـه كـوې خـو برعكس دموادو مقاومت په جسم باندې هـم د خـارجي قوو او پـه جسـم كې دننه قوو د اغيزو ترمنځ اړيکی مطالعه كـوی اوجسـم د شكل د تغير قـابل ګڼل كيـږي او داسې تلاش او هڅه كيـږې چې دامكـان پـه صـورت د شـكل تغير ډيرلږ وي.

په ميخانيكي طرحوكې يو انجنير بايد هم اندازې اوهم د مـوادو خـواص پـه پام كې ولرې چې د موادو مقامت او سختـی ضامن وي چې نه بايدد ماشين يـا جوړښت بارشوې برخـه ياماتـه او يـاد شـكل تعيـير وكـړی دميخـانيكی سخت جسم او موادو مقامت تر مينځ توپير دلاندې مثـال پـه پـام كې نيـولـو سره څرګنديدای شي . په Fig 1:1 كې په ستاتيك كې دميلى لپـاره دا يـوه ساده مسله ده هغه قوه معلومه كړل شی چې خـارجي بـارW پـه مقـابل كې مقابله وكړی ياتكيه ځاي شي (يعنی عكس العمل معلومول) نسبت اتكـاء (Pinsuport) ته د مومنتونو ټولګه د (p) قوه معلوموي چې دغـه ستـاتيكی حل د بـار لپـاره هم د سـختوالي اومقـاومت ضـامين دی خـو د مـوادو پـه مقاومت كې نوموړی حل نور هم انكشـاف مومی اومونږ بـايد پـدی پـوه شـو چې ميلـه بدون د بـار اينبودلـو څخه بايد دمـاتيدو او كـږيدو وړ نه وي.



Eig;1 ,1

Bar must neitherbreak nor bend excessiveiy

د داخلي قوو تحليل 1.2

(Analysis of internal Forces)

• په یوه جسم باندی لکه چې Fig 1.2 کې لیدل کیږي څو قوی اغیزی کوی په پام کې نیسو مونږ په ستاتیك کې د واردو شوو قوو له امله راپیدا شوی محصله قوه (دقوو مجموعه) یومعلوم ځای کې پیدا کوو اویافرضوو چې جسم په تعادل کې ندی . که چیری محصله قوه دصفر سره برابره شي نود دی لپاره مونږ دستاتیك تعادلي معادله لرو چې په عمومی توګه په ساختمان کې یو حالت معلوموي

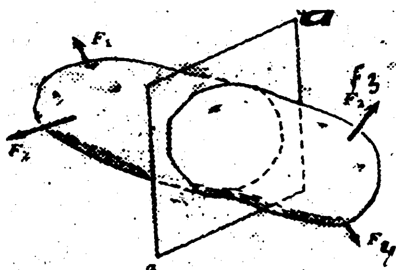


Figure.1.2 Exploratory, Section a: a through Loaded member

. که چیري محصله قوه دصفر سره برابره نشي مونږ کولی شو انرشیائ قوی واردي کړو د دی لپاره چې تقریبا" دینا میکی تعادل حاصل کړو چې دا ډول حالتونه د دینامیك په برخه کې څیړل کیږي.

موږ د موادو په مقاومت کې د داخلي قوو د ویشنې د تکمیل یوه ازموینه کولای شو او دا د a-a قطع له لاري او داخلي قوو له لیاري چې پر جسم باندې اغېزه کوي صورت نیسي دلته د دې اړتیا پېښیږي چې د دواړو برخو (Segment) لپاره تعادلي معادلې ولیکو په عمومي توګه داخلي قوې یوې قوې یا یوې جوړې قوې ته راکمیږي، چې د په (Figure 1.3) کې لیدل کېږي په نورمالي او مماسي مرکبو باندې تجزیه کیږي.

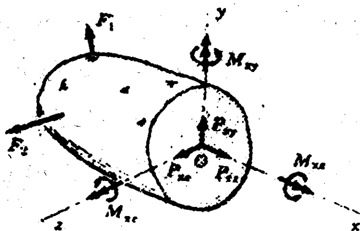


Figure 1.3. Components of Internal effects on exploratory section a-a.

د وضعیه کمیتونو (Oxes of Reference) مبدا همیشه مرکز نیول کیږي چې د مقطعي (Section) لپاره د وضعیه نقطې کیلي ده. چې تر اوسه پورې موږ دې ته تیار نه یو چې وښایو چې دا ولې داسې ده ممکن په راتلونکی کې موږ دا جوته کړو. دنورمالې قوو لپاره ښکاره کوو چې که چېرې د X محور مقطع (Section) ته عمود واقع وي، نو مقطع (سکشن) د X محیط یا د X د سطحې په حیث پېژندل کیږي. په 1.3 شکل کې دواړه هم مقطع معلومه ده او هم د قوې یا د مومنت د مرکبې (Component) جهت معلوم دی لومړی توضیح په سطحه باندې د کمپاننت (مرکبی) اغیزه څرګندوي او دویمه توضیح د خاصو مرکبو جهت په ګوته کوي څکه نو Pxy هغه قوه ده چې د X په سطحه د Y په جهت باندې عمل کوي. د وارد شوو بارونو هره مرکبه په جزونو باندې بېلابېله اغیزه کوي او یو خاص نوم یې ټاکلی دی چې په لاندې ډول تشریح کیږي.

(Pxx)- محوري قوه (Axial Force):

دا مرکبه چې په مقطع باندې عمودي اغیزه کوي کشش یا فشار اندازه کوي، کشش د کششي قوې څخه نماینده ګي کوي، د جز (برخې) د اوږدیدنې سبب کیږي خو برعکس تیله کول (Push) د فشاري قوې څخه نماینده ګي کوي. د میلې یا (برخې) د لنډیدنې باعث کیږي او قطر یې زیاتوي او دغه قوه زیاتره د P په توري سره ښودل کیږي.

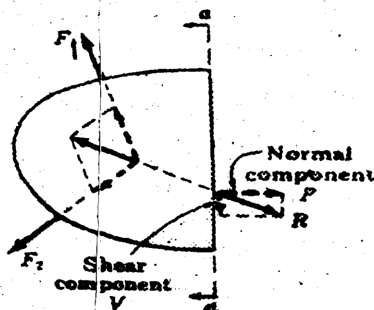
(Pxy) او (Pxz) عرضي قوې (Shear Forces): د عرضي قوې محصله معمولاً په V سره ښودل کیږي او مرکبې یې په Vy او Vz سره د هغې د جهت د معلومولو لپاره ښودل کیږي.

(Mxx): تاویدنه (Torque):

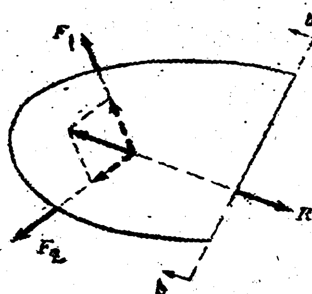
دا مرکبه د جز (برخې) د تاویدنې په مقابل کې مقاومت اندازه کوي او معمولاً د T په توري سره ښودل کیږي.

(Mxy) او (Mxz) د کوږوالي مومنتونه (Bending moments)

دکوږوالي مومنتونه دی دا مرکبې د برخې مقاومت د کوږوالي په مقابل کې نسبت Y او Z محور ته اندازه کوي او زیاتره وخت په My او یا Mz سره ښودل کیږي. د تیر بیان څخه دا راڅرګندیږي چې د ورکړل شوو بارونو (قوو) داخلي اغیزه د مقطع د حالت او انتخاب پورې اړه لري. په خاصه توګه په هغه صورت کې کله چې بار په یوه سطحه باندې عمل کوي چې ورته د xy مستوي ویل کیږي چې زیاتره (6) مرکبې لری لکه چې په 1-3 شکل کې ښودل شوې دی او 3 مرکبوته راکمیږی چې د محوری قوې Pxx یا(P) په نوم عرضی قوی (Pxy) Shear Force یا V او کوږوالی مومنټ Mxz یا M) Bending Moment) پنوم یادیږی وروسته بیا نو لکه چې په 1.4a شکل کې یې ګورئ دغه مرکبې د واحدی محصلی (R) سره معادل ښودل کیږي.



(a) Normal and shear componets on arbitrary Sectiobn a – a



(b) When Exploratory Section b- b is perpendicular to resultant R of Applied loads only Normal forces are produced

(Figure –1- 4)

زیات انحراف یا تفاوت هغه وخت پیښیدای شی چې کله دڅیړنی لاندی مقطع (Section) متفاوت پنظر راغلي وی لکه په Fig-1:4b کې دb-b سکشن چیرته چې مقطع د R محصلي ته عمودی پرته ده دعرضي قوې اغیزه په سکشن باندی ممکن صفر ته راکمه شی اود کشش اعظمی قیمت

خائنته اختیار کړي. دموادو دمقاومت دعلم دزده کړي هدف دا دی چې باید باوري شو چې جوړښت د داخلي اعظمي اغیزو په مقابل کې محفوظ دی چې دغه اعظمي داخلي اغیزي ممکن د ځینو بارونو دیووالي (شرکت) په صورت کې راپیدا کیدونکی وي مونږ شاید زده کړو ځرنګه چې داهمیشه ممکنه نده چې یوه داسي مقطع وتاکل شي چې محصلي قوي (د بارونومحصلي) ته عمود وي د دی په ځای مونږ کولی شو چې دهغواغیزو دتاثیر له تحلیل څخه پیل وکړو چې په مقطع باندي یې لري لکه په a – a مقطع باندي په Fig 1- 4a او Fig. 1.2 کې. او بیا دا زده کړو چې ځرنګه دغه اغیزې سره یو ځای (ګډې) کړو د دې لپاره چې داخلي اعظمي تاثیرات حاصل کړي لکه هغه چې د b-b په سکشن باندی په Fig 1- 4 b کې دی چې داموضوع په مرکب فشار (Combined stress) کې څیړل کیږي.

1:3 Simple stress فشار

یوه لویه ستونزه (Problems) چې یو انجینیر ورسره مخامخ کیږي دځانګړو (مخصوصو) موادوټاکل او دهغې تناسب دی چې دیو جوړښت یاماشین غیر قابلیت اواغیزناکي ګټې سره توافق وکړي د دی مقصد لپاره دا ضروري ده چې دموادو مقاومت اوسختوالي (په اساني سره کوږ اومات نشي) او نور خواص معلوم کړی شي د عامو فلزاتو دمنځني خواصو جدول په B ضمیمه B 1 جدول کې ورکړل شوی دی.

فرضوو چې دوه میلی چې مساوي اوږ دوالی اومختلف مواد لري دیوې ګډې تکیه څخه لکه چې په شکل Fig 1. 5 کې لیدل کیږي په پام کې نیسو او مونږ یوازې دومره پوهیږو چې یوی میلي N 500 اوبلی N 5000 محوري اعظمي بارونه نیولی دی مونږ نشوویلی چې کوم مواد مظبوط او کلك دی طبعا" هغه میله چې N 5000 باريې نیولی دی لویترین وزن اوبار دی خو مونږ نشو کولی بي له ګډو قاعدو دمقایسه کولو څخه مقاومتو نه مقایسه کړو پدی مثال کې د عرضي مقطع مساحت ته ضرورت دی څکه نو د راتلونکی لپاره مونږ د (1) میلی لپاره مشخصوو چې عرضی مقطع مساحت $10mm^2$ دی او د (2) میلی عرضی مقطع مساحت $1000\ mm^2$

دی اوس نو دا ډیره ساده ده چې دمساحت په في واحد کې د باريد راکمولو په ذريعه دهغوی مقاومتونه یو دبل سره مقاسه کړو.
دلته باید په یادولرو چې د (1) میلی دمقاومت واحد عبارت دی له:

$$\sigma_1 = \frac{N}{A} = \frac{500\text{N}}{10\text{mm}^2} = \frac{500\text{N}}{10\times10^{-6}\text{m}^2} = 50\times10^6\ \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$(50 \times 10^6\ \text{pa})$ یا $\sigma_1 = 50\ \text{Mpa}$

او د دوهمی میلی مقاومت واحد:

$$\sigma_2 = \frac{N}{A} = \frac{N_2}{A_2} = \frac{5000\text{N}}{1000\text{mm}^2} = \frac{5000\text{N}}{1000\text{X}10^{-6}\text{m}^2} = 5\text{X}10^6\ \text{N}/\text{M}^2$$

په نتیجه کې د σ_1 او σ_2 د مقایسې څخه څرګندیږي، چې د (1) میلې مواد د (2) میلې له موادو څخه ۱۰ ځلې مضبوط او کلك دي. د مقاومت واحد په موادو کې معمولاً په فشار (تشنج) سره ښودل کیږي، تشنج په سمبولیك ډول داسې ښودل کیږي. $\sigma = \frac{N}{A}$

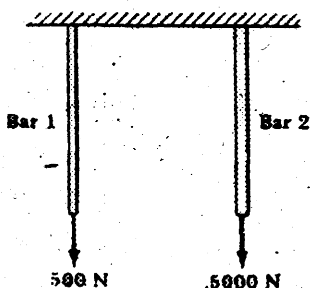


Figure 1-5 Bars suporting maximum loads

(1 - 1) دلته σ - یو یوناني توری دی چې سیګما ورته وایې چې واحد یې قوه د مساحت په في واحد کې دی.
(p) - وارد شوي بار (قوه) ده او A دعرضي مقطع (crossdional area) مساحت دي.

باید په یاد ولرو چې په کشش اویا فشار کې اعظمي تشنجات هغه وخت رامینځته کیږي کله چې عرضي مقطع بار یاقوی ته عمود واقع وي لکه په Fig 1- 4b کې عرضي تشنجات (مماسي تشنجات) (shearing stress) په راتلونکي مبحث کې څیړل شوي دي.

د 1-1 مساوات څخه لیدل کیږي چي دتشنجاتو واحد د قوي اومساحت د واحدونو ترمنځ نسبت دی په نړیوال یا بین المللي سستم

(InternationalSystem) کې قوه په N او مساحت په m^2 متر مربع سره اندازه کیږي ځکه د تشنجاتو واحد (N/m^2) او نیوتن پر متر مربع د یو پاسکال(Pa) سره برابر دي.

اودN سره دM توری د میګا معنی ورکوي اوٌ په Sl سیستم کې 10^6 سره برابر ښودل کیږي او په ورکړل شوي مثال کې د (1) میلي لپاره تشنج $50MN/m^2$ یا 50 MPa او 2 میلي لپاره $5\ MN/m^2$ یا 5 MPa دي.

باید په یاد ولرو چې قوه پرمساحت همیشه د عرضي مقطع د مساحت په ټولو نقطو کې تشنج نه ورکوي دا معمولاً منځنی تشنج اندازه کوي تشنج عبارت دی له : د بار (قوی) مشتق تقسیم پر د مساحت پرمشتق باندي یعني: $\sigma=dp/dA$ (1 −1a)

ګورو چې په کوم حالت کې د عرضي مقطع په ټولو نقطو کې تشنجات پیدا کیږي په هغه حالت کې چې تشنج ثابت او یا یونیفارم پېژندل شوی دی ساده تشنج دی اوس وښایو چې د یو یونیفارم تشنج ویش یوازې زیاتیدای شي که چېرې د وارد شوو بارونو محصله د عرضي مقطع له مرکز څخه تیره شي.

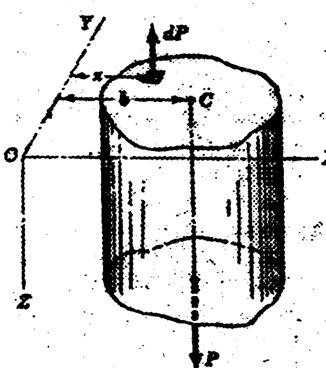


Figure 1-6 for uniform stress. P must pass trough the Centroid C.

فرضوو چې په Fig. 1.5 کې د یوې میلې لاندیني نیمه برخه د قطعی سطحې په واسطه عایق کیږي وروسته له دې لکه څنګه چې په Fig. 1.6 کې لیدل کېږي د قطع شوي سطحې له پاسه باید مقاومت قوې د وارد شوي بار (قوی) P لپاره بلانس وي دې ته ورته د مقاومت قوه dP ده. د قوی او مومنټ مساوات په نظر کې نیسو او لرو چې:

$[\sum F_z=0]: P=\int dP = \int \sigma dA$

$[\sum M_y = 0]: pb =\int x dp = \int x (\sigma dA)$

که چېرې مورږ مشخص کړو چې د تشنج ویش په قطع شوې برخه کې ثابت دی نو د σ توری باید د انتګرال د علامې (نښې) څخه د باندې لکه چې په راتلونکي مساوات کې ذکر کېږي ولیکل شي یعنې.

$P=\sigma \int dA = \sigma . A$

څکه نو $Pb = (\sigma A)\ b= \sigma \int x dA$ اوس د افادې څخه کډ فکتور (عامل) σ اوباسو او لرو چې:

$$b = \frac{\int x dA}{A} = \bar{x}$$

له کومه ځایه چې دا کور دینات د C نقطې څخه د مقطع دمرکز دکور ديناتو په حیث پیژندل شوي دي. نسبت Xمحور ته دمؤ منتونو د مجموعې دنیولو له لارې مونږ په اسانۍ سره ښودلې شو چې Y د C نقطې کوردینات مشخصوي یا معلوموي د دې نقطې

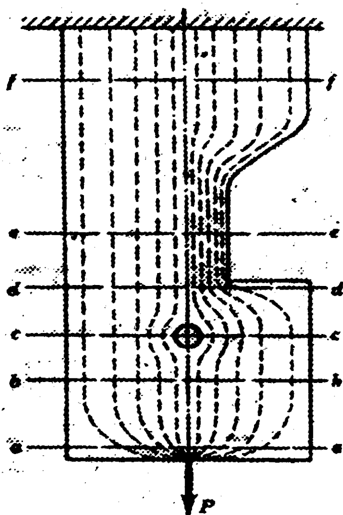


Figure 1-7 Exception to Uniform stress distributoin Occur at section a – a, c-c d- d and e-e

په پام کې نیولو سره چې یو یو نیفارم ویشل شوی تشنج یوازې هغه وخت لاسته راځي چې د وارد شوو بارونو مجموعه (محصله) دسطحې د مرکز (Center of Surface) له لیارې تیر شي.

دا د دې منعی نه ورکوي چې په ځای د دې چې مقطع دمرکزیت له لارې د بار ځای په ځای کول همیشه دیو مساوي ویشلې تشنج uniform Slress distribution نتیجه ده

دنمونې په ډول Fig 1-7 د ثابت پنډوالي لرونکي Flat bar پروفیل profile وښې چې د p بار دمیلې

دمرکزي برخې (کربښې) يعنې Center line له لارې اغيزه کوي په b -b او f-f سکشن کې ويشلې تشنج Stress distribution يونيفارم دې خو په نورو مقطع ګانوکې تشنج يونيفارم ندی.

توضيحي مسائل (Illustrative problems)

۱.۱ لکه چې په شکل Fig 1-8a کې ښودل شويده يوه المونيمي ميله د دوی پولادي او يوې برونزي ټوټو ترمنځ سخته محکمه شويده محوری بارونه په هغو نقطو باندې چې ښودل شوي عمل کوئ په هره مقطع کې تشنجات پيداکړئ. (په رسم کې اندازې په نيوټن، متر او متر مربع دي)

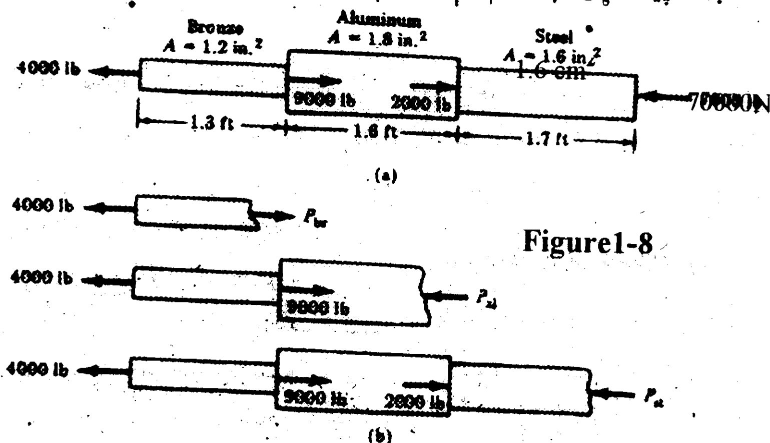


Figure1-8

حل Solution: د دې لپاره چې په ميلو کې تشنجات محاسبه کړو اول په هره مقطع کې را پيدا کېدونکې محوري قوې پيدا کوو د نو موړې ميلې لپاره په (Fig- 1:8 کې د هغې د ازاد جسم دياګرام (Free bady duagram = FBD) جوړ شوې دی له کومه ځايه چې موږ (Pbr = 40000N (Tension) يا کشش، (Pal=50000N (compression) فشار او 70000N (Compression) فشار په ميله کې پيداکوو په تصوري ډول د هرې برخې FBD بيلابيل جوړشويدي او رسم شويدي د دې لپاره چې دمحوري قوو په پيداکولو ښه پوه شو راکړل شوي ميله په اختياري ډول قطع (پرې) کول دکښې خوا څخه پيل کوو پاتې ښې برخه يې غورځوو او چپه برخه يې بيا سموو لکه چې په شکل کې يې ګورئ د X په محور باندې دقوو مرتسمونه

رسموو او محوري مجهولي قوني چې دخارجي قوو اغيزي له امله په ميله کې پيداکيږي پيداکوو:

[Σpix]- 40000N + Pbr = 0 => Pbr = 40000N (tension)..............................(1)
-40000 N +,90000N + Pal=0=>Pal =- 50000N (compression)...........,.......(2)
-40000N + 90000N + 20000N + Pst = 0 = >pst = -70000N (compression)...(3)

اوس دهرسکشن (مقطع) لپاره تشنجات محاسبه کوو.

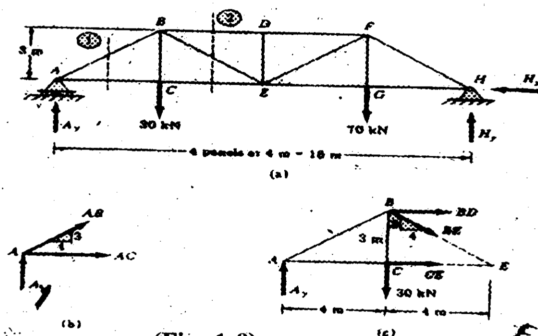
$$[\sigma = \frac{P}{A}];\ \ \sigma br = \frac{pbr}{Abr} = \frac{40000}{9cm^2} = \frac{40000N}{9x10^{-4}M^2} = 44{,}4Mpa...ans(1)$$

$$\sigma l = \frac{Pal}{Aal} = \frac{-50000N}{20cm^2} = \frac{-50000N}{20.10^{-4}M^2} = -25Mpa..................ans(2)$$

$$\sigma t = \frac{pst}{Ast} = \frac{-70000}{16cm^2} = \frac{-70000N}{16x10^{-4}m^2} = -43.75Mpa...........ans(3)$$

دسوال دحل څخه جوته شوه چې نه دميلي اوږدوالي اونه دميلي مواد دتشنجاتو په محاسبه کولو کې کوم رول لوبوي اودبلي خوا د تشنجاتو په فورمول کې دغه يوفکتور هم شامل ندي اويوازي قوه (بار) اومقطع Cross (Sectional area = CSA) شامله ده که چيري مقطع ثابته وي نود بار په زياتوالي سره تشنجات زياتيږي اوبرعکس کمېږي اوکه چيري قوه ثابته وي نوتشنجات بيادمقطع د قيمت پوري اړه لري.

دويمه پوښتنه:- په سخت محکم شوي فريم(Frame) کې دAC او BDضلعو لپاره تشنجات معلوم کړي که چيري دهري ضعلي دعرضي مقطع مساحت(csA) 900mm² وي.



(Fig: 1-9)

حل Solution:

د سخت محکم شوي فريم (Frame) دلومړي تحليل لپاره لاندي دري اټکلونه په پام کې نيول کيږي:

۱. د اعضاو (ضلعو) شخصي وزن په نظرکې نه نيول کيږي.

۲. ټول مفصلونه (وصليي) هموار پنونه (Smooth Pins) دي.
۳. ټول خارجي بارونه مستقيما" په پنونو (Pins) باندي اغيزه کوي.

پورته دري اټکلونه پکار اچوو سخت محکم شوي فريم کيداي شي په دوه قوه ايزاجزاو (اعضاو) تجزيه شي (داخلي) قوو سستم دهري ضعلي پواسطه چي انتقاليږي يوازي يوه قوه (کشش يافشار) چې دضعلي په اوږدو عمل کوي کموي دټول فريم FBD په Ftg 1.9a کې ښودل شويده ددي FBD لپاره يو معادل تحليل په لاندي کميتونو کې دخارجي عکس العملونو لپاره نتيجه ورکوي.

Hx = 0 and Hy = 60KN, Ay = 40kN.

نوټ :ــ پورته قيمتونه د (A) او (H) مفصلونو ته د مو منتونو دمجموعي دلاري پيداکيږي ددي لپاره چې د (AC) په ضلعه کې قوه پيداکړو مونږ ديوي (اختياري قطع (پريکوني) پلان اجرا کوو چې د (A) مفصل دنورې برخې څخه بيلوي.

(Fig .1.9a, sectcion) د A مفصل FBD په Fig 1.9b کې ښودل شويده چې دلته AB او AC د AB او AC په اضلاعوو کې د قوو څخه نمايندګي کوي.

فرض شويده چې دواړه ضلعې په کشش (Tension) کې کار کوي د 1.9b Fig تحليلوو اولروچې:

$$[\Sigma Fy = 0] \uparrow +Ay + \frac{3}{5}AB = 0.$$

$$AB = -\frac{5}{3}Ay = \frac{-5}{3}.40 = -66.7KN \text{.......ans.}$$

$$[\Sigma Fx - 0] \rightarrow +Ac + \frac{4}{5}AB = 0 \Rightarrow Ac = -\frac{4}{5}AB = \frac{-4}{5}.(-66.7)$$

$$Ac = 53.4KN \text{.........ans}$$

-66.7 منفي علامه راښيي چې AB ضلع په فشار کې کار کوي او د AC ضلعه په کشش کې چې مثبت (+ 53.4 KN) قيمت لري.

د دې لپاره چې د BD په ضلعه کې قوه پيدا کړو د يوې اختياري پرې شوي مقطع پلان جوړوو چې د BD په عضوه (ضلعه) کې د قوې څخه بحث کوي.

section 2 Fis. 1`9a په Fig 1-9c کې د محکم شوي برخې (۲) د چپ اړخ FBD ښودل شويده. (د ۲ سکشن ښي برخه هم کېداى شي استعمال شي).
د BE, BD او LE په ضلعو کې قوې کششي فرض شوې دى د دې لپاره چې د BD قوه پيدا کړو موږ نسبت انټرسکشن E نقطې ته د مومنتونو د مجموعې نيولو له لارې د CE او BE قوې را و باسو او ليکو چې:

$$[\Sigma M_E = 0], \oplus - Ay(8) + 30 \times 4 - BD(3) = 0$$

$$3BD = -8Ay + 120 = -8(40) + 120 = -200$$

$$BD = -\frac{200}{3} = -66{,}7 \text{KN ans.}$$

څکه نو د BD په ضلعه کې قوه 66`7KN – ده او فشار کې کار کوي د AC او BD په ضلعو کې تشنجات عبارت دي له:

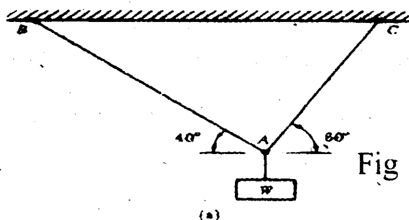
$$[\sigma = \frac{p}{A}]; \sigma Ac = \frac{53{,}4 \text{KN}}{900 \text{mm}^2} = \frac{53{,}4 \times 10^3 \text{N}}{900{,}16^{-6} \text{m}^2} = 59{,}3 \times 10^6 \text{N/m}^2$$

$$= 59{,}3 \text{Mpa.(tension)ans.}$$

$$\sigma_{BD} = \frac{66{,}7 \text{KN}}{900 \text{mm}^2} = \frac{66{,}7 . 10^{-3} \text{N}}{900 \times 10^{-6} \text{m}^2} = 47{,}1 \times 10^6 \text{N/m}^2$$

$$\sigma_{BD} = 47{,}1 \text{Mpa (compressio n)ans}$$

۳ – **پوښتنه**:- يو بلاك چې W وزن لري په Fig 1: 10 کې ښودل شوې دي د A په نقطه کې د محور څخه ځوړند دى د AB او AC ميلې د C او B په نقطو کې د اتکا پورې نښتني دى. د AB مساحت (800mm² او AC مساحت 460mm² دى د ميلې وزن په پام کې نه نيول کېږي د W خالص وزن پيدا کړئ که چېرې د AB په ميله کې تشنجات تر 110 Mpa څخه تجاوز ونکړي او د AC په ضلع کې تر 120Mpa څخه.
حل (Solution):



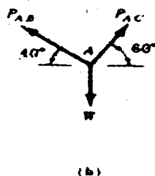


Fig 1–10

په Pin سره محکم شوي میلې AB او AC دوه قوه یزې اضلاع دي. ځکه نو د داخلي قوو سیستم په هر میله کې یوه واحده قوه ده چې د میلې د خط په اوږدو اغېزه کوي.

د A مفصل FBD تحلیلوو Fig 1- 10 b́ و ګورئ لرو چې:

$$[\Sigma Fx = 0] \rightarrow^{+} pAc.X.Cos60^{\circ} - pAB.\cos 40^{\circ} = 0.$$

$$[\Sigma Fy = 0] \uparrow + pAc.\sin 60^{O} + pAB.\sin 40^{O} - W = 0$$

د پورته مساواتونو د ګډ حل په نتیجه کې لرو چې:

$P_{AB} = 0,508\ W$ او $P_{AC} = 0,778W$ د W قیمت چې په هره میله کې تشنجات را پیدا کولې شي په لاندې ډول پیدا کېږي. د A B ضلعې لپاره

$$[p = \sigma.A]; 0,508W = (110x10^{6} N/m^{2})(800x10^{-6} m^{2})$$

$$W = 173x10^{3} N = 173KN.ans.$$

$$[p = \sigma.A; 0,778W = (120x10^{6} N/m^{2})(400x10^{-6} m^{2})$$

د AC ضلعې لپاره

$$[p = \sigma A] : 0,778W = (120x10^{6} N/m^{2})(400x10^{-6} m^{2})$$

$$W = 61,7x10^{3} N = 61,7KNans$$

د W اعظمي قیمت د W له دوه کمترینو قیمتونو څخه یو قیمت دی چې پورته ښودل شوې دی یعنې W = 61,7 KN ans ځواب دی.

د AC په ضلعه کې د تشنجاتو سره یو محدود حالت موجود دی. د W قیمت 173 KN قیمت باید انتقال شي ځکه چې په AC کې تشنجات د خپل حدي قیمت 120 Mpa څخه زیاتیدای شي د W = 173 KN لپاره.

۴ - پوښتنه:

یوه پولادي استوانه‌یي تیوب چې داخلي قطر یې 100mm او 400KN کششي قوه زغمي د تیوب خارجي قطر معلوم کړئ که چېرې مجازي تشنجاتو حدي قیمت $120 MN/m^{2}$ وي.

حـــــل (Solution): د تشـــــنجاتو د فورمول څخه استفاده کوو او لرو چې:

$$[p=\sigma A];p=\sigma.\frac{D^2-d^2}{4}\pi =>$$

$$\frac{4p}{\pi.\sigma}=D^2-d^2 => D^2=\frac{4p}{\pi.\sigma}+d^2$$

$$D^2=\frac{4.400.10^3}{3{,}14.120.10^6\,N/m^2}+100^2 => 119m$$

$$D^2\ \frac{4.400.10^3.10^6}{3{,}14.120.10^6\,N/mm^2}+10^4\,mm^2$$

۵- پوښتنه:

یـوه متجانسـه میلـه AB چې 800Kg وزن لري پـه دوارو انجامونو کې لکـه چې په شکل کې لیدل کېږي Fig 1-11 محکـم شـوي ده د هـر کېبل کم ترینه مساحت پېدا کـړئ کـه چـېرې مجـازي تشنجات د برونز لپاره له 90 Mpa څخه او د پولادو د 120Mpa څخه تجاوز ونکړي.

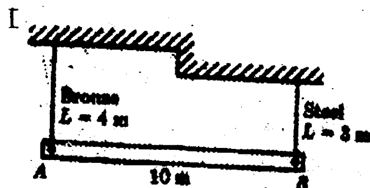


Fig 1:11

حل (Solution):

نسبت یوې اتکا تـه د مومنټ د نیولو له لیارې په اتکاګانو کې یا مفصلونو کې عکس العملونه پېدا کوو یعنې.

$$pA=pB=\frac{800x5}{10}=400Kg$$

$$pA=pB=400x9{,}81=3924N$$

اوس د تشنجاتو د فورمول څخه ګټه اخلو او لرو چې:

$$[\sigma=p/A], AB=\frac{p}{\sigma}$$

$$Abr=\frac{3924}{90}=43{,}6mm^2\ \underline{ans}$$

$$Ast=\frac{pa}{\sigma st}=\frac{3924}{120}=32{,}7mm^2\ \underline{ans}$$

۶- پوښتنه:

یوه متجانسه میله لکه چې په شکل Fig 1-12 کې لیدل کېږي د یو هموار پن Pin په واسطه د C په نقطه کې چې د A څخه تر B نقطې پورې حرکت کوي د کېبل په واسطه محکم شوې ده په کېبل کې تشـنجات معلـوم کـړي کـه چـېرې د کېبل قطر 6Cm او د میلې وزن 600KN وي.



Fig 1:12

۷ - پوښتنه:

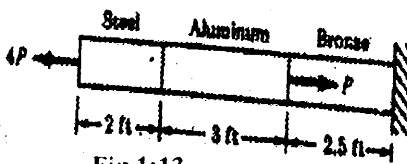


Fig 1:13

یوه المونیمي میله د پولادي او برونزي میلو تر منځ سخته محکم شوي ده Fig-1-13 محوري قوې په ښودل شوو موقعیتونو کې عمل کوي که چېرې P=3000N او د میلې عرضي مقطع مساحت 5Cm وي په هر یو سکشن کې تشنجات پېدا کړئ.

حل (Solution):

د قطع (سکشن) مېتود په واسطه محوري امتدادي قوې پېدا کوو یعنې Pal = Pst = 4P او Pbr = 4p –p = 3p اوس د شنجاتو د فورمول څخه گټه اخلو او لرو چې:

$$\sigma st = \sigma Al = \frac{43000}{500} = 24 N/mm^2$$

$$\sigma br = \frac{9000}{500} = 18 N/mm^2$$

۸ - پوښتنه:

لکه چې په شکل Fig 1:14 کې یې گورې یوه المونیمې میله د برونزي او پولادي میلو تر منځ سخته نښتې ده محوري بارونه په ښودل شوو موقعیتونو کې عمل کوي اعظمي قوه پېدا کړئ که چېرې پولادي میلې تشنجات د 120Mpa, المونیم 90Mpa او برونز 100Mpa څخه تجاوز و نه کړي.

Ans [p =100KN]

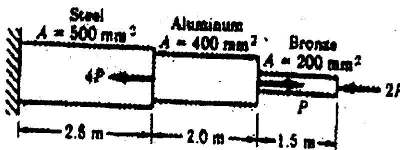


Fig 1:14

۹ - پوښتنه:

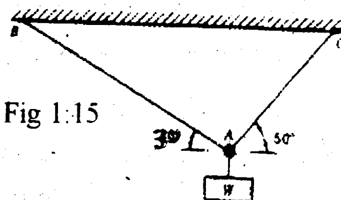


Fig 1:15

لکه چې په شکل Fig 1-15 کې یې گورئ د دوه پړو په واسطه محکم شوي لوړ ځونه لوړي (اعظمي) وزن

Ans w = 17. 1N

معلوم کړئ که چیرې په دواړو پرو کې تشنجات له $30N/mm^2$ څخه تجاوز ونکړي د AB او AC پرو د عرضي مقطع مساحت په ترتیب سره $4Cm^2$ او $5Cm^2$ دي.

۱۰ پوښتنه:

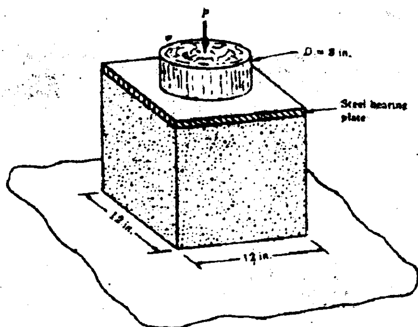


Fig 1:16

یو $12Cm^2$ پولادي بیرنګ پلیټ (Steel bearing Plate) د 8Cm قطر لرونکې لرګي او کانکریټ تر منځ لکه چې په شکل کې لیدل کېږي ځای پر ځای شوي دي د P قوې اعظمي قیمت معلوم کړئ که چېرې تشنجات په لرګي کې $1800N/mm^2$ او کانکریټ کې $650/mm^2$ څخه تجاوز ونکړي.

۱۱ - پوښتنه:

د ورکړل شوې سخت محکم شوې فریم (چوکاټ) د CE ,DE او DF ضلعو کې تشنجات پیدا کړئ که چېرې د هرې ضلعې د عرض مقطع مساحت $A=18Cm^2$ وي کشش په Tension او فشار په C (Compression) په نښه کړئ یا وښایست.

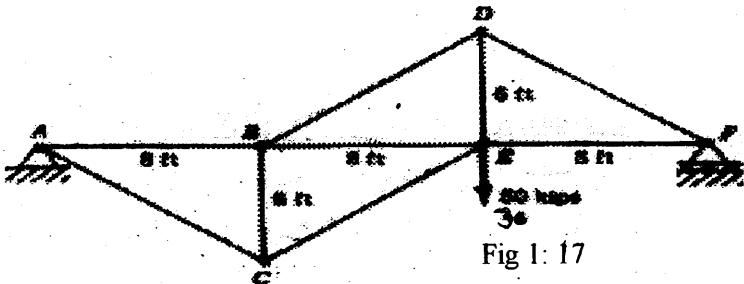


Fig 1: 17

$$\underline{\text{Ans.}}\sigma_{CE} = \mathbf{\mathit{9260}}\,\text{N}/\text{mm}^2\,(\text{T})$$

$$\sigma_{DE} = \mathbf{\mathit{22,2}}\,\text{N}/\text{mm}^2\,(\text{T})$$

$$\sigma_{DF} = \mathbf{\mathit{18,5}}\,\text{N}/\text{mm}^2\,(\text{C})$$

۱۲- پوښتنه: د ورکړل شوي سخت محکم شوي فريم د AG ,BC او CE اضلاعو د عرضي مقطع ګانو مساحت پيدا کړئ که چېرې تشنجات له 20Kpa څخه په کشش او 14Kpa څخه په فشار کې تجاوز ونه کړي.

Fig 1: 18

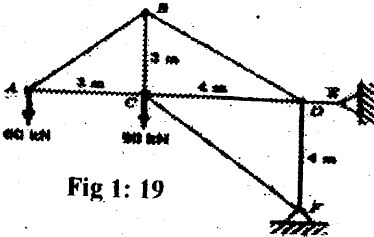
Ans: $A_{AG} = \mathbf{\mathit{1,17}}\,\text{cm}^2$

$A_{BC} = \mathbf{\mathit{5,15}}\,\text{cm}^2$

$A_{CE} = \mathbf{\mathit{1,43}}\,\text{cm}^2$

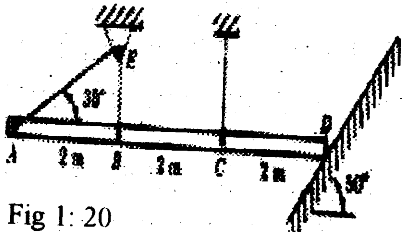
۱۳- پوښتنه:

د BD،BC او CF ضلعو کې تشنجات پیدا کړئ که چېرې د هرې ضلعې د عرضـــي مقطـــع مســـاحت $1500mm^2$ وي کشـش او فشـار هم په نښه کړئ.


Fig 1: 19

۱۴- پوښتنه:

لکـه چـې پـه شـکل کـې ښودل شـــوې ده د ABCD متجانســـه میله د کېبل پـه ذریعـه محکمـه شوې ده کېبـل د A نقطـې څخـه B نقطـې پورې د C نقطې (محور) په شاوخوا حرکت کوي یو عمودي کېبل د C په نقطه او میله د D په نقطه کې یـوې همـوارې صفحـې سـره نښتـې ده د میلې اعظمي تریـن وزن چې ممکن ونیول شي پیدا کړئ کـه چېرې پـه همدې کېبـل کې تشنجات تر 100Mpa پورې محدود وي د AB کېبل مساحت $250mm^2$ او د C نقطې پورې نښتي کېبل مساحت $300mm^2$ دی.


Fig 1: 20

Ans = 6.47Mpa

1:4 مماسي تشنجات (Shearing stress):

مماسي تشنجات هم د کشش او هم فشاري تشنجاتو دواړو څخه رامینځته کېږي او د هغو قوو له امله را پیدا کېږي چې د هغې ساحې په اوږدو یا هغې ته موازي چې د قوو په مقابل کې مقاومت ښئي. عمل کوي بر خلاف کششي او فشاري تشنجات د هغو قوو په واسطه رامنځته کېږي چې هغه ساحې ته عمود وي په کوم چې نو موړې قوې عمل کوي څکه نو کششي او فشاري تشنجات هر وخت د نور مالي تشنجاتو پنوم یادیږي بر خلاف مماسي تشنجات ممکن د تانجانتي تشنجاتو په نوم یاد شوي وي. هر کله چې مماسي تشنجات را پیدا کېږي وارد شوي بارونه د جسم د یوې مقطع

(سکشن) نسبت متصلي مقطع ته د تاويدنې سبب کېږي په Fig 1-21 کې ډېر مثالونه ورکړل شوي دي. په a شکل کې ريويټ يا پرچې د خپلې عرضي مقطع مخامخ مماس ته مقاومت کوي. بر خلاف په Clevis کې بولټ دوه عرضي مقطعو ته مخامخ مماس په مقابل کې مقاومت کوي شکل b.

(a) حالت ته (Single Shear) او (b) حالت ته Duble Shear وايي. او په (c) حالت کې يو ګرد واشل ممکن په زور سره د پليټ څخه ووځي يا په پليټ کې ننوځي. د مقاومت ساحه د مخروط تورېل شوې ساحې ته ورته ده په هر حالت کې Shear هغه ساحې ته موازي صورت نيسي چې وارد شوې بار (قوې) ته موازي واقع وي. دې ته د هغه Shear چې د دې سبب شوي دي برخلاف Direct Shear ويل کېږي چې دا کېداى شي په هر سکشن کې چې د بار محصلې ته مايل واقع دى صورت ونيسي لکه په Fig 1-4a کې مو وکتل مماسي تشنجات د لاندې فورمول په واسطه پېدا کېږي.

$$\tau = V/A \quad .....12$$

دلته τ (Tau) يو يوناني توري دى چې د مماسي شتنجاتو په نوم يادېږي قياسي واحد يې (Mpa, Kpa, KN/m^2, N/m^2, Pa) او داسې نور دي.

(V) د مماسي قوو Shear Force محصله (Resultant Shearing Force) ده قياسي واحد يې Kg, KN, N او T دى.

(A) د عرضي مقطع مساحت دى قياسي واحد يې CM^2, mm^2 او m^2 دى.

په حقيقت کې مماسي تشنجات (Shearing Stresses) کله هم مساوي ويشلي (Uniformly distributed) نه وي او د 1-2 مساوات د متوسط مماسي تشنجاتو (Average shearing streses) په نوم يا دېږي.

سوالونه (Problems):

۱ د 25mm ډبل پليټ د سوري کولو له پاره چې د سوري قطر 20mm وي څومره قوې ته ضرورت دى که د مماسي تشنج قيمت يې τ = 35MN/m^2 وي | Ans: P=550KN |

۲ ـ په Figure 1-11c کې دمقاومت مماسي قوه (strength shearing) 44KN ده چې د نوموړي پلیټ دسوري کولو لپاره پکاریږي په سوري کولو کې باید فشاري تشنج د 50 Kpa څخه تجاوز ونکړي.

(a) دپلیټ اعظمي ډبلوالي محاسبه کړي. که 2.5Cm سوري شوي وي .

(b)که چیري دپلیټ ډبلوالي 25mm وي دسوري قطر معلوم کړي دکوم چې سوري کیدل ممکن دي.

ځواب:......................................

Ans. a t = 0,781 Cm
d =0800mm

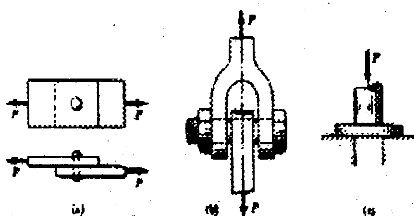


Figure 1-21
Examples of shesr

۳ ـ دهغي ګولي (پنډوسکي) قطر چې دپلیټ دسوري کولو لپاره پکاریږي پیداکړئ که چیري p = 400KN وي او د بولټ لپاره Shearing strength قیمت 300Mpa وي. Figure 1-21b.

وزن وړونکي(تحملي) تشنج

1:5 Bearing stress

تحملي (وزن وړونکي) تشنج دفشاري تشنج څخه پدي توپیرکیږي چې فشاري تشنجات داخلي تشجات دي چې دفشاري قوې له امله راپیداکیږي برخلاف تحملي تشنجات مماسي فشار دي چې دبیلابیلو جسمونو ترمنځ موجود وي دبیرنګ قوه (تحملي قوه) دلاندي افادي په واسطه څرګندیږي:

$p_b = A_b . \sigma b = td . \sigma_b ... 1:3$

دانتيجه دداخلي يونيفارم فشار چې د يـو سلندرلپاره غوښتـل كيږي ورتـه دي
Figure 1- 22 و ګورئ دلته به مونږ خالصه قوه وګورو چې ديو نيفارم فشار او طرحه شوي ساحي دضرب حاصل سره مساوي يا برابر وي.

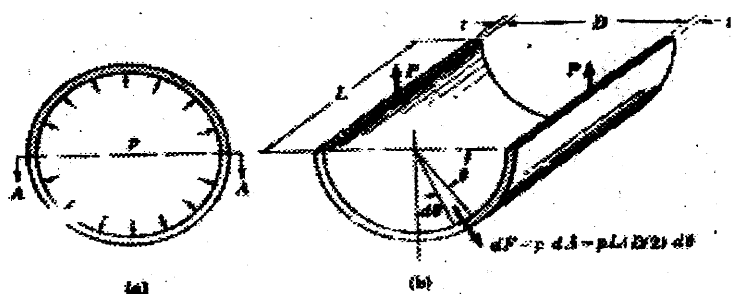


Figure 1-22 Direct evaluation of bearing Force F

مثال (Example):

Figure 1-23 وښيٍ چې W 460 x 97 بيم د W610 x 125 تيرسره د 100 x 90 x 10 mm زاويه (angle iron) په واسطه د 19 mm قطر لرونكي پرچي ګانو په واسطه پرچې كاري (rivit) شوي دي دبيم هري خواته زاويه ګاني موجودې دي (د ساختماني سكشنونو دمشخصاتو لپاره (B) ضميمه وګورئ). د هرې پرچې لپاره فرض كړئ چې $\tau = 80$ Mpa او $\sigma_b = 170$ Mpa دتير د څنډي (Web) پنډوالي 11. 9mm دي اود بيم Web دبلوالي 11,4mm دي. اخيرني مجازي عكس العمل معلوم كړئ.

حل (Solution): په تير كې مماسي مقاومت په يوه برخه كې 8 پرچې ګانـي دي څكـه $[p = A.\tau]; p = 8(\frac{\pi}{4})(19\text{x}10^{-3})^2(80\text{x}10^6) = 181\text{KN}$ نو لرو:

په تيركې دبيرنګ مقاومت دوصليي (Conection) دا صغري پنډوالي پوري اړه لري چې پدي صورت كې د Clip angle پنډوالي 10 mm دي. پـه بيرنګ كـې د 8 پرچيګانـو لپـاره $[p = A\tau]$

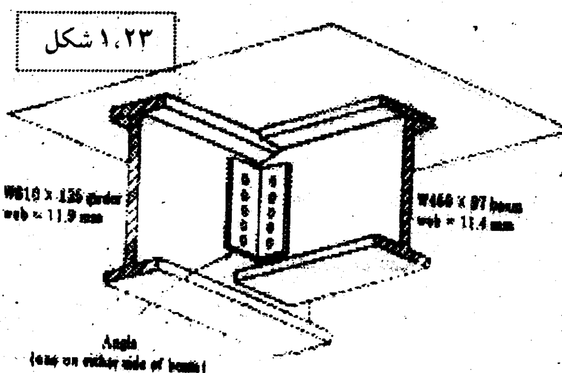
لرو: $p = 8(19x10^{-3})(10x10^{-3})(170x10^{6}) = 258KN$

دبیم په دوارو برخوکې څلور پرچیګانې موجودی دي چې په کل کې 8 واحدي برخې پلاس ورکوي په تیرکې دبیرنګ مقاومت یوشان دي.
په بیم کې د بیرنګ مقاومت د بیم دڅنډو (W e b) دپنډوالي پوري اړه لري ددي له کبله دادوه CliP angles د ګډ (شریك) پنډوالي څخه ډیرلږدي په بیرنګ کې دڅلورو پرچې ګانو لپاره لرو:

$[p = A\sigma b]$

$p = 4(19\text{x}10^{-3})(11.4\text{x}10^{-3})(170\text{x}10^{6}) = 147\text{KN}$

د ډاډمن بیم عکس العمل (غبرګون) د دي قیمتونو څخه ډیر زیات کم دي چې 147 KN د W460x97 تیر د پرچیګانو برعکس دبیرنګ په واسطه محدودیږي. Figure 1-23 Strength of beam and girder Conection



سوال): Problem)

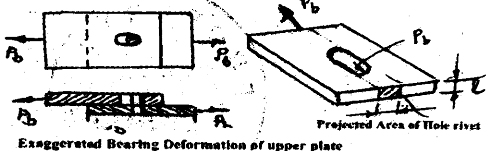
په Figure 1-24 کې فرض کړئ چې یو 20 mm قطرلرونکي پرچې میخ پلیټونه سره نښلوي چې هرپلیټ 110 mm پراخوالي لري دبیرنګ لپاره مجازي تشنجات 120 Mpa اود پلیټ دموادواودپرچي میخ لپاره 60 Mpa دي.

(a) د هرپلیټ اصغري پنډوالي پیداکړي .

(b) په پلیټونوکې اعظمي کششي فشار پیداکړي.

ځواب:

Ans: a) 7.85mm . b) 26 .7Mpa



$p_b = A_b.\sigma_b = (td)\sigma b$

د نازکو دېوالونو لرونکي فشاري لوښي

Thin walled pressur vessles

يوسلندري ټانك ګاز يامايع دP فشار لاندي چې کششي قوي ته ضرورت لري . چې دچويدلو . يا انفجاري قوو په مقابل کې مقاومت کوي د مقطع عرضي اوطولي سکشنونو مخامخ انکشاف کړيدي لومړي يوه تيپيك طولي مقطع A-A په پام کې ونيسئ او د فشاري بار شوي سلندر له لاري Figure 1-25a د نيم سلندر FBD د پري شوي پلان A-A په واسطه جداشوي دي اوپه Figure:1-14b کې رسم شوي دي دسلندر په يوعنصرباندي يوه ابتدائ قوه چې نورمال (عمود) عمل کوي اود افقي قطرڅخه د θ زاويې په اندازه واقع دي عبارت ده له:

يوه ورته قوه دعمودي مرکزي خط بلې خوا ته په متناظر ځای په ځای شوي عنصر

$$dF = pDA = (P.L\frac{D}{2}.d\theta$$

$$F=\int_{0}^{\pi}(PL\frac{D}{2}d\theta)\sin\theta=pL\frac{D}{2}[-Cos\theta]\int_{o}^{\pi}$$

باندي اغيزه کوي دبلې خوا افقي مرکبه د دارنګه جوړه قوو څخه کنسل شويده ددي معمولي (ابتدايې) قوو دعمودي مرکبو محصله قوه (مجموعي قوه) F د انفجار (منفجره) قوه ده.

چې لاندي قيمت ته راکميږي................ $F = PLD$

دا څرګندوي چې منفجره قوه F د پري شوي پلان A-A Cattng plan ته عمود عمل کوي دمساوي قوو P په واسطه دسلندر د ديوالونو په کټ (پري) شوي محيط باندي اغيزه کوي مقاوم پاتي شوي دي دعمودي قوو مجموعه اجرا کوو:

$$[\Sigma Fr = 0]: F = PDL = 2P...(1:4)$$



د منفجره قوې F د معلومولو لپاره ورته میتود په Fig 1-15 کې ښودل شوي دي دسکندر لاندینۍ نیمه برخه مایع نیولي ده د بلي خوا مایع په ټولو خواو (مسیرونو) فشارمساوي انتقالوي د فشار توزیع په سلندر کې د 1:14 Fig په شان ده د مایع د حجمي وزن په پام کې نیولو سره منفجره قوه F عبارت ده له: $F = P.D.L.$

په طولي سکشن کې فشار (تشنج) چې د منفجره قوې F په مقابل کې مقاومت کوي عبارت ده له : $[\sigma = \frac{F}{A}]\sigma t = \frac{PD.L}{2t.L}$

یا : ⟵ $\sigma t = \frac{P.D}{2t} \ldots (1:5)$

دا تشنج معمولاً د مماسي یاتا نجانت تشنج په نوم یادیږي. ځکه چې دسلندرپه محیط مماس عمل کوي.

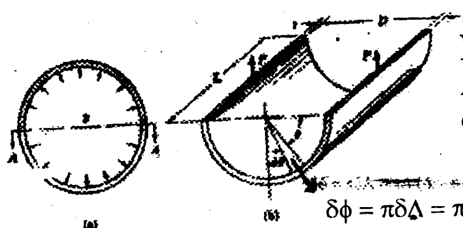


Figure 1-25
Analytical determination of bursting ForceF

$\delta\phi = \pi\delta\Delta = \pi\Delta(\Delta/2)\delta$

نور عام نومونه یې لکه محیطي تشنجات (Circumferentionl stresses) HooP stress and girth stress دي هغه تشنجات چې د $\sigma t = \frac{PD}{2t}$ کیږي د منحني تشنجاتو average stress پنوم یادیږي دسلندرونو لپاره چې د داخلي شعاع اندازه یې $\frac{1}{10}$ یالدي هم کمه وي چې په حقیت کې دا د داخلي سطحي (برخي) داعظمي فشار سره برابردي که چیري مونږ دلاندي انتقالي مقطع FBDپه پام کې ونیسو Fig 1:26 مونږ به وګورو چې منفجره قوه (دانفجار قوه (bursting Force = چې دسلندر په انجام باندي عمل کوي دمحصلي قوي P چې دشکیدلو قوه ورته هم وایي اوپه انتقالي مقطع باندي عمل کوي په واسطه مقاومت وښی دانتقالي مقطع (Transvers section) مساحت عبارت دي له: دیوال پنډوالي ضرب دمطلوب محیط:

یا t $(\pi D + t)$ که
چیري t د D پـه نسبت
ډېر وړوکـي وي نـو پـدي
صورت کې بیا π (D t)
نیــول کیــږي ځکــه
نوموني

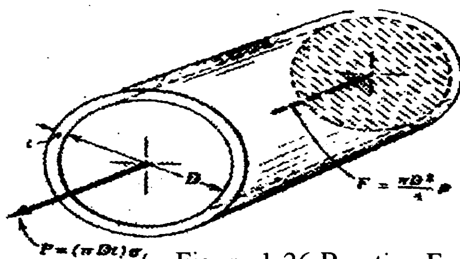


Figure 1-26 Bursting Force on a Transvers section

لرو چې: .... $[p = F]\pi.D.t.\sigma t = \left(\pi.D^2/4\right)p$

دلته σt امتدادي تشنج دي ځکه چې $\sigma t = \frac{PD}{4t}$ .... $\langle 1-6 \rangle$

دسلندر طولـي (امتـدادي) محـور سـره مـوازي عمل کوي که 5-1او6-1 مساواتونه سره مقایسه کړو نو وبـه لیدل شي چې امتدادي تشنج دمماسي تشنج د ½ قیمت (مقدار) سره برابر دي . لکـه یوه استوانه ئ ټانکي چې په 27 - 1شکل کې یې ګورئ د دوه شیټونو څخه چې یو دبل سره یوځاي پرچې کاري شوي دي ترکیب شوي ده د طولـي یـا (متدادي) مفصل مقاومت د-

girth joint دمقاومت دوه برابره دي یاپه بل عبارت زیاتره وخت د امتدادي مفصل (tongitudnal Joint) د Join grith دوه برابره قـوي نـه وي داچې دسلندر انجامونه مربع شکله نه وي لکه په Fig 1-27 کې یـې چې ګورئ لاکن ګردشوي وي لکه کاسه شکل وي په Fig 1-28 کې بیاهم دانفجار قوه Transvers Section کې د داخلي فشار اود Transvers section د پـروژه ئ مساحت دضرب حاصل په واسطه حاصلیږي . دسلندر لپاره یـو ورتـه تحلیـل پکار وو مونږ دنازکو دیوالونـو لرونکـو فشـاري کـروي لـوښو پـه دیوالونو کې دتشنجاتو لپاره په اسانی سره یوه افـاده را ایستـلي شـو. لکـه چې په Fig 1-29 کې ښودل شوي دانفجار قـوه. (یعنـي دفشـار او پـروژه ئ مساحت دضرب حاصل) .دانفجار قوه دفشار چې دلوښي

د ډبلوالي په عرض باندي ویشل کیږي. $F = p\pi.D^2/4$

دهغي په مقابل کې مقاومت کوي.

موږ بیاد PDt ځخه استفاده کوو ددي لپاره چې د Transvers Section مساحت دقیق کړو په نتیجه کې تشنجات σدلوښي په دیوال کې د لاندي افادې په واسطه لاسته راځي :

$$[P = F]; \sigma \pi.Dt = \frac{p.\pi.D^2}{4}$$

$$(1-7)...\sigma = \frac{pD}{4t}$$

په لاندي شکلونوکې د (1-31- 1-30 Fig) د A-A او B-B سکشنونو کې دانفجار (Bursting Force قـــــــوه پـــــــــدې ترتیـــــــــب پیداکیـــــــــږي.

$$F_2 = p(\frac{\pi.D_2^2}{4})....and, F_1 = p(\frac{\pi.D_1^2}{4})$$

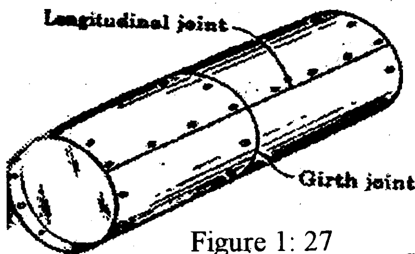


Figure 1: 27

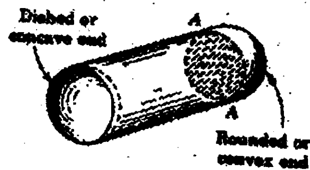


Figure 1-28

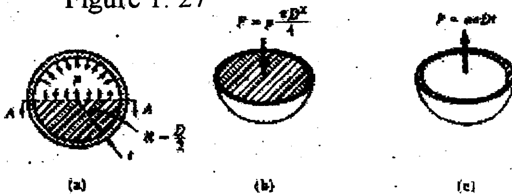


Figure 1: 29

په Fig 1-31 کې د نیمه کړۍ (Half Ring لپاره دچویدلو (bursting) قوه پدې ترتیب پیداکیږي. $F = m.\bar{r} . w^2$

دلته (M) د نیمه کړۍ کتله ده.

$\bar{r}$ د نیمه کړۍ Half Ring دمرکز څخه دهغې د ثقـل تـر مرکز پوري فاصله ده.

(W) زاویوي سرعت دی چې قیاسي واحد Rodian/ Second دي.

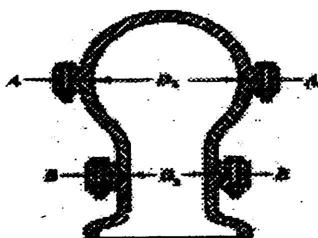


Figure 1: 30

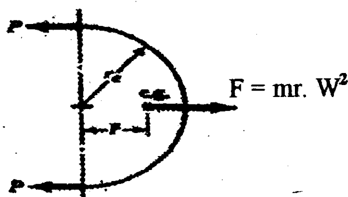


Figure 1-31
Free – body diagram of one half of rotating ring

د نازکې کړۍ (thin Ring) لپاره m عبارت دی له:

دلته (P) یوناني توری دی چې د رو په نوم یادیږي $m = \rho v = \rho.\pi.A.re...$

چې: $P = \frac{m}{v}$ یعني کتله / حجم دی (A) د رنګ دعرضي مقطع مساحت دي

په mm^2 او cm^2.

(re) دنیمیي دایرې د مرکز څخه ترمحیط پورې شعاع ده cm, mm د نیمه دایروي کړۍ (Ring) لپاره $r = 2rc / \pi$

پورته قیمتونه د (a) په افاده کې وضع کوو پلاس

راوړو: $F = (\rho A\pi \cdot re)(\frac{2rc}{\pi})w^2 = 2\rho A v^2 ...(b)$

دلته $V = re, W$ د کړۍ (ring) خطي سرعت دي. د Fig 1-31 د FBD دتعادل څخه لرو چې:

2P = F څکه نوتشنجات عبارت دي له: $\sigma = \frac{p}{A} = \frac{\rho A.j^2}{A}$

څکه نوفشار مستقیما دخطي سرعت د مربع اومخصوص وزن سره یوځای بدلیږي یاتغیرمومي. $\sigma = \rho\upsilon^2 ...(1-8)$

مثال (Example):

دهایدرو لیکي کارونو لپاره یو لوی پایپ (Penstock) چې 1.5m قطر لري د لرګي پوښ سره یوځای دپولادي ملاوستي (steel hoops) په واسطه چې هریو $300mm^2$ مساحت په عرضي مقطع کې لري ترکیب شوي دي د

ذخيرې څخه تر Power house (توربين کوټه) پورې د اوبو دانتقال لپاره پکار يږي که په ملاوستني کې اعظمي کششي مجازي تشنجات 130Mpa وي او د اوبو ارتفاع (head) 30m وي په دې صورت کې دملاوستنو ترمنځ اعظمي فاصله پيداکړي (د اوبو مخصوص وزن $p = 1000Kg/m^3$ دی)

حل (Solution):

فشار چې د اوبو د 30m head پورې رسيږي د لاندې افادې په واسطه معلو ميږي:

$[P = Pg.h]$

$P = (1000Kg/m^3)(9.81m/s^2)(30m)$

$= 294x10^3 N/m^2 = 294Kpa$

که چيرې دملاوستنو ترمنځ اعظمي فاصله په L سره وښايولکه چې په Fig1-32 کې ليدل کيږي هرملاوستنی بايد د انفجار قوې په مقابل کې د L په فاصله مقاومت وکړي څکه نوپه ملاوستني کې دکشش قوه په P سره وښايو اوپه دې ترتيب يې لاسته راوړو.

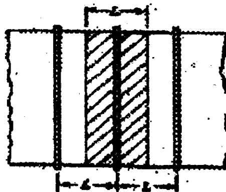
$p = A.\sigma$

د F.B.D څخه لروچې:

$[p.D.L = 2p]$

$(294x10^3)(1.5).L = 2(300x10^{-6})(130x10^6)$

L= 0,177m. ans



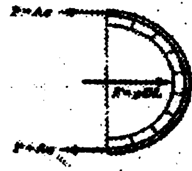


Figure 1-32 Spacing of hoops in a Penstock

سوال (Problem):

دڅرخيدونکي پولادي کړۍ چې 150Mpa تشنجات لري که چيرې د کړۍ دمرکزڅخه ترمحيط پورې شعاع 22mm وي زاويوي سرعت ئ پيداکړي دپولادو مخصوصه وزن $7,85Kg/m^3$ دی.

ځواب:

Ans. = 628 rdl/s

(Summary) لنهيز

Axial load result in an uniform stress distribution that may be determined form $\delta\sigma = P/A$ ... (1-1)
Shearing stress and bearing stresses are also computed by dividing the load by the resisting area, but the results represent average values In particular the bearing area of ***a rivet*** against a plate is given by the projected area of the rivet hole. Stresses in thin – walled pressure vessels are assumed to be uiformly distributed and may be obtained by applying the equilibrium conductions to approporiate free, bady diagrams, for example see Fig, 1-14- For a cylinder, diamter (D) and wall thickness, the tangential stress σ_t and longitudinal stress $\sigma_L$tare given by.

$\sigma_t = 2t$ ... (1-5)

$\sigma_L = pD/4t$ ... (1-6)

For spherical vessels the stress is

$\sigma = pt$ ... (1-7)

دویم څپرکی

Chapter- 2

کششي تشنجات 2-1 Simple strain

2-1 – تعریف (Introduction): په تېر فصل کې مو د موادو د مقاومت موضوع چې د بار مساحت او فشار (تشنج) تر منځ اړیکې وڅېړلې اوس یوه بله پراخه او غټه ساحه د موادو مقاومت – د شکل بدلول (The Changes in Shape) مطالعه کوو او دا Deformation دی چې بار په خپل ترکیب نیسي.

کشش فشار دیاګرام 2-1, Stress, Strain Diaram:

د موادو مقاومت یوازې هغه قوانین او اصول نه دي چې د ساختمان (Struction) په طرحه او ډیزاین کې باید په نظر کې ونیول شي. د موادو سختی په مکرره توګه زیاته مهمه ده د موادو د ټیټې درجې، میخانیکي خواصو لکه سختوالي (Hardness)، وچوالی (toughness) او په آسانی سره اوږدېدنه (ductility) د موادو ټاکل معلوموي. د موادو دغه خواص د موادو د ټستونو له جملې څخه یو ټست (د پولادو کشش ټستت the tension test of steel دی چې د هغې نتیجې باید په پام کې ونیول شي ځکه دا په دې مورد کې د ډیرو مهمو تصورونو سره مرسته کوي. د کش په ازموینه کې د ازمایښت یوه نمونه د ماشین په ژامو کې محکم نیول کېږي په نمونه باندې په ترتیب سره بارونه زیاتوي او د هر بار په مقابل کې د نمونې د اوږدوالي زیاتوالی ثبتوي او دغه معلومات په یوه ګراف کې ځای په ځای کوي په عمودي کوردینات باندی بار او په افقي کوردینیات باندی اوږدیدنه درجوي شکل 2-1 Figure و ګورئ چې د ساختماني پولادو (Structural steel) لپاره دا ډول یو ګراف دی هیره دې نه وي چې دلته مو د اوږدیدنې په مقابل کې بار نه بلکې تشنجات ایښي دي په تخنیکي توګه

دغه اوږدیدنه د Strain (تغیر شکل) په نوم یادیږي او Fig 2-1 د Stress–Strain دیاګرام په نوم یادیږي، چې دغه نوم هم د هغه د کوردیناتو څخه اخیستل شوی دی.

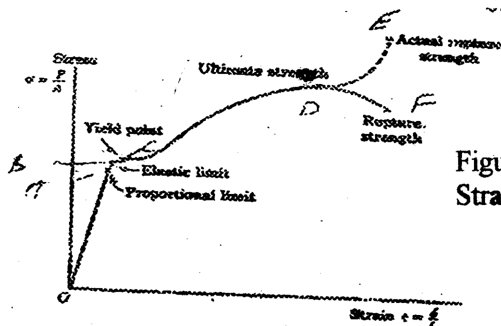


Figure 2-1 Stress - Strain diagram

کشش (تغیر شکل) Strain

دا ډول تغیر شکل Strain د مطلقه اوږدیدنې او عمومي اوږدوالي تر منځ نسبت دی چې په دې ډول افاده کیږي: $\varepsilon = \frac{\delta}{L} \ldots (2-1)$

قیاسي واحد یې یوازې rodian دی څومره چې Strain محاسبه شي بیا هم یوازې منځنی قیمت د Strain اندازه کیږي په هر صورت کې د Strain لپاره درسته افاده په لاندې ډول ده چې په هر حالت کې صدق کوي. $\varepsilon = \frac{d\delta}{dL} \ldots (2-1a)$

د لته $d\delta$ د اوږدیدنې دیفرینشال (مشتق) دی او dl د اوږدوالي (طول) مشتق دی څکه نو (2-1a) افاده په اوږدوالي کې د (strain) منځنی حالت دومره وړوکی او جزوي وښی چې د (strain) قیمت باید بالاخره ثابت وي نسبت اوږدوالي ته. اګر چې د یقیني حالاتو په صورت کې (strain) باید ثابت فرض کړل شي او قیمت یې د 2-1 مساوات څخه محاسبه شي او دا حالاتونه په لاندې ډول دي:

۱. نمونه باید د ثابتې عرضي مقطع لرونکې وي.
The Specimen must be of constant cross section.

۲. مواد باید هوموجیني وي.
The material must be homogeneous

۳. بار باید محوري وي چې یونیفارم تشنج رامینځته کوي.
The load must be axail that is produce uniform stress.
لنډه دا چې (strain) د اوږدوالي د بدلون او اصل اوږدوالي تر منځ نسبت دی او واحد یې m/m دی په انجنیري محاسبو کې چې (strain) د $1,0x10^{-3}$ څخه کم وي په پام کې نه نیول کېږي.

تناسبي حد Proportional Limit:

د کوردیناتو د مبداء (0) څخه تر A نقطې پورې حد د تناسبي حد په نوم یادیږي، (شکل Fig 2-1) دا رانښایي چې د Stress- starin دیاګرام یو مستقیم خط دی له دې څخه مونږ یوه ډیره ښه پېژندل شوې اړیکه استنباطوو. چې په 1678 کال کې د لومړي ځل لپاره Robert Hooke په واسطه حاصل شوې ده چې تشنجات د Strain متناسب دي هیره دی نه وي چې دغه تناسب د دیاګرام له لیارې پراختیا نه مومي او په یو مناسب حد ختمیږي او د دې نقطې تر څنګ تشنجات نور د Strain مطابق نه اوږدیږي یا (نه زیاتیږي).
د تناسب حد ډیر مهم دی ځکه چې له دې وروسته د الاستیکي جسمونو ټوله تیوري په Strain–Stress تناسب باندې متکي ده د ځان سره په ترکیب کې لري.
دا لومړی ښېښه ده تناسبي حد بنیادي او یا اخیرنۍ نه دی او یو اعظمي تشنج دی د کوم لپاره چې مواد پکار دي.
۱ - الاستیکي حد Elostic limit: د تشنجاتو هغه حد ته ویل کېږي چې کله د موادو (جسم) څخه بار لیرې کړای شي او جسم د تغیر شکل څخه وروسته خپل اصلي (لومړني) حالت ته را وګرځي.
۲ - بهیدني حد The Yield point:- هغه حد ته ویل کېږي چې جسم د بار لاندې اوږدیدنه (بهیدنه) غوره کوي په ځای د دې چې کله بار ورڅخه کم شي بهیدند صورت نیسي په ۲-۲ شکل کې د هر یو موادو لپاره Strain–Stress دیاګرام ښودل شوې دی.
د بهیدني حد د $\sigma y = \frac{P_1}{A_0}$ فورمول سره ښودل کېږي.

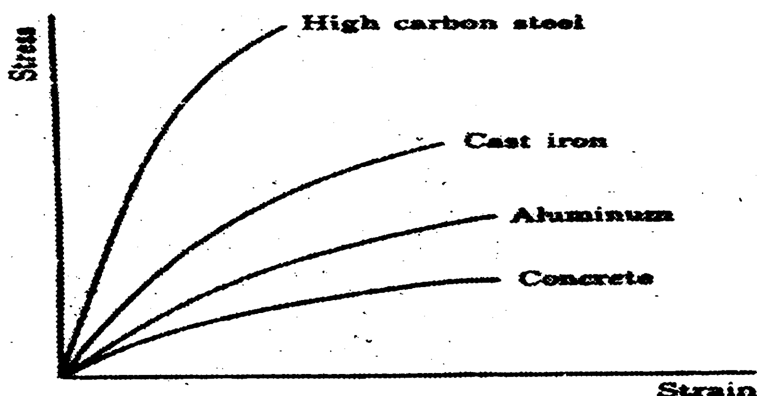


Figure 2-2
Comparative stress- strain diagram for different materials.

د تناسب حد په دې فورمول سره پېدا کېږي.

$$\sigma p = \frac{Fp}{A_0}$$

دا اعظمي تشنج دی چې د دې له مخې هغه مستقيم خط ساتل کېږي چې د تشنجاتو او تغير شکلونو تر منځ اړيکې سره متناسب او د هوك د قانون په واسطه څرګندېږي. د تناسب حدونو کې د شکل تغيرونه د قوو سره متناسب $\Delta L = \infty p$ دی.

د تناسب حدونو کې د ضريب يو ثابت مقدار (کميت) دی چې د لاندې افادې په واسطه پيدا کېږي.

$$\frac{L}{EA}, M/N(cm/kg)$$

د ارتجاعيت مودل E په تجروبوي طريقه معلوموي چې ستاندرټ نمونه په کشش کې د Lo, p, Ao او Δl په تغير (بدلون) سره صورت نيسي د هوك د قانون په نسبت ليکلې شو چې:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{p}{Ao} \cdot \frac{Lo}{\Delta L}$$

دلته P قوه، ε نسبي اوديدنه , Ao.(Strain) د عرضي مقطع مساحت Lo, ابتدايي اوږدوالی (د تغير شکل څخه مخکې د ميلي اوږدوالي دی) او ΔL مطلقه اوږدوالی دی. د α زاويه د ارتجاعيت د

مودل عددي قيمت ثرگندوي چې د α زاويه په لاندې شکل کې ښودل شوې ده.

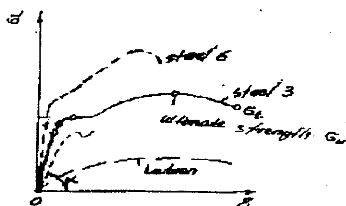


Figure 2-2a
Stress – strain Diagrom

د ارتجاعيت حد په $\sigma\varepsilon = \frac{pe}{Ao}$ سره ښودل کېږي دغه حد هغه تشنج دی چې د دې په صورت کې اوږديدنه يو وړوکي مقدار ته رسېږي چې په تخنيکي شرايطو سره تثبيت شوي دي (مثلاً %0,001,001 او داسې نور)

د بهېدنې مقاومت

The Yield strength

د بهېدنې مقاومت د بهيدنې نقطې پورې تړلې دی د هغو موادو لپاره چې د بهېدنې معلومه نقطه نه لري د بهېدنې مقاومت د (offset Method).په واسطه تعينيږي او ۲% ښودل کېږي لکه چې په Fig 2-3 کې يې مشاهده کولې شئ. د دواړو خطونو د تقاطع نقطه د بهېدنې د مقاومت په نوم يادېږي.

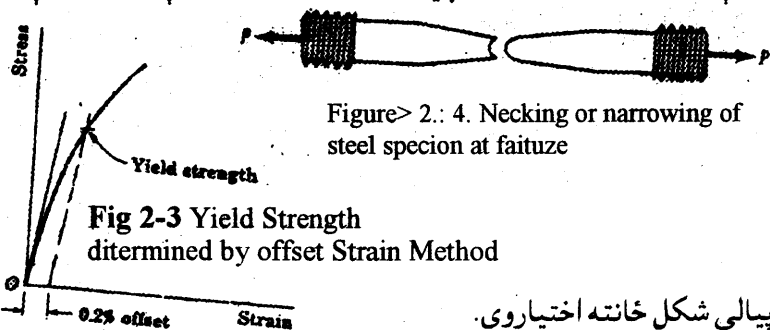
د بهېدنې په صورت کې د موادو په ټول حجم کې د داخلي اړيکو قسمي تخريب رامينځته کېږي چې د راتلونکي حرکت (ښخايه کېدنې) خنډ کېږي او مواد په بشپړ ډول نه تخريبېږي خو د هغې لومړنی هندسي ابعاد بدلېږي چې بېرته خپل ځای ته (شکل ته) نه راګرځېدونکي دي.

د ثيقل شوي نمونې په مخ باندې خطونه راپيدا کېږي چې د بهېدنې نماينده ګي کوي. د مختلفو موادو لپاره د دې خطونو د مايلان زاويې ډول ډول دي خو په حدود د°40÷°45 زاويه کې وي په کششي ازموينې کې د بهېدنې د حد پاسنی او لاندينی خطونه توپير لري چې د زيات متشنج حالت لپاره

پورته خطونه او د لږ لپاره لاندیني خطونه ښودل کېږي چې تغیر شکل د ثابت بار په دوامداره پاتي کېدو سره زیاتېږي.
د مختلفو موادو لپاره د محکمیت احتمالي حدونه په جدولونو کې ښودل شوي دي جدول 1-2,3-4

۴. حدي مقاومت (Ultimate Strength) یا حدي تشنجات (ultimatestress) د (Stress- Strain) په ګراف کې د نهایي لوړې نقطې په نوم یادېږي.

۵. سختي مقاومت Repture Strength په ناکامه حالاتو کې تشنج یا فشار دی د تعمیراتي پولادو لپاره د انسبت (ultimate Strengh) ته ډیر ټیټ دی کله چې یوه میله د ازموینې لاندې نیول کېږي نو د میلې قطر ورور کمېږي او اوږدوالي یې زیاتېږي او لکه چې په Fig 2-4 کې یې ګورئ د میلې قطر د مخروط په ډول کېږي او د شکېدلو په وخت کې یو طرف یې د



Figure> 2.: 4. Necking or narrowing of steel specion at faituze

Fig 2-3 Yield Strength ditermined by offset Strain Method

پیالې شکل ځانته اختیاروي.
او په دې ډول بحراني بار (هغه بار چې د پریکېدلو باعث کېږي) په یوه ډیره کوچنۍ ساحه کې ویشل شوي دي. که چېرې بحراني ساحه (هغه ساحه چې شلېږي) د اجراء د کمبود څخه وروسته اندازه کېږي او په بحراني بار باندې ویشل شوي وي نتیجه یې د حقیقي کم شوي تشنج درست قیمت دی او نهایي مقاومت (ultimate Strength) د موادو اعظمي تشنجاتو څخه اخستل کېږي.

کارنده تشنجات او د تحفظ عامل:

Working Strsses and factor of safety

کارنده تشنجاتو ته مجازي شنجات هم ویل کېږي او دا هغه اعظمي محفوظ تشنجات دي چې یو مواد یې مني یا انتقالوي. په طرحه او دیزاین کې کارنده تشنجات σw باید د تناسبي حد څخه زیات نه شي په داسې ډول چې د هوك د قانون مخالفت ونکړي اګر چې تناسبي حد مشکل دی چې حقیقي قیمت یې معلوم شي او دا مروجه ده چې کارنده تشنجات یا (بهېدني حد) او یا نهایي مقاومت (Ulitmate strength) باندې تناسبي او په یوه معلومه شمېره په N باندې تقسیم شي چې دې ته د تحفظ عامل وایې. یعنې:6

$$\sigma w = \frac{\sigma yp}{Nyp}, or \sigma w = \sigma ult / Nult \ldots (2-2)$$

په ساختماني پولادو کې د بحران نقطه (YP) Yield Paint د معلومولو لپاره دیوي بناء په توګه تاکل شوی ده ځکه داهغه تشنج دي چیرته چې یوه سوچه دایمي یاتلپاتې ځای په ځای کیدنه واقع کیږي د نورو موادو لپاره کارنده تشنجات معمولاً په (Ut.str) ultimate Strength باندي بستېیز شویدي σ w د په ټاکنه کې ډېر فکتورونه بایدپه پام کې نیول شوي وي.

2:3 د هوك قانون:

مماسي اومحوري تغییر شکلونه

2-3 Hook`s LoW Axial and Shearing Deformations

په Figure 2-1 کې چې د Stress- Strain دیاګرام دی بیرته ګرځو او هلته د مستقیم خط توټه (Straight- Line Portion) په پام کې نیسو د نوموړي مستقیم مایل خط مایلان نظر Strain ته د (Stress) تناسب (نسبت) دی او دې ته (Modulus of Elosticity) د ارتجاعیت مودل وایې او د E په توري سره ښودل کېږي:

په کوږوالي کې د کشش فشار مايلان $=E\frac{\sigma}{\varepsilon}=$ (Slope of straincune

چې معولاً پدي شکل تشيکل کيږي: $\sigma=E\varepsilon$....(2.3)

اوهمدې ته د هوك قانون وايي. د هوك قانون ښودلي وه چې Stress

د Strain سره متناسب دي خو Thomas Youngپه 1807 کال کې

معلومه کړه چې دايو ثابت تناسب (نسبت) دي اوبيانومورې قيمت د

Moulus Young`s په نوم ياد شو. د هوك د قانون څخه ليدل کيږي چې

دارتجاعيت مودل قياسي واحد دتشنجاتو په شان-

N/m^2, KN/m^2, $Pa, Kg/cm^2$, Kpa او Mpa اوداسې نور دي اوε واحد

نلري او يو راډياني مقدار دی د پولادو لپاره په SI سيستم کې دارتجاعيت

مودل $200x10^9pa$ = $200x10^9N/m^2$ دي ياکه چېرې په SI سيستم کې

10^9 د G (giga) ګيګا په نوم مسما کړو نو لرو چې (200Gpa) افاده ده که

چېرې د هوك قانون کې وضع کړو نو 2.3 افاده به داسې شکل ځانته غوره

کړي.

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{L} = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\frac{p}{A} = E.\frac{\delta}{L} = E\frac{\Delta\iota}{\iota} => \delta = \Delta\iota = \frac{p.L}{AE} = \frac{\sigma.L}{E} ...(2.4)$$

په دې افاده کې σ یا ΔL مجموعـي تغیر شـکل یااوږیدنـه ده چې کله کله ورته هیلو_ اوږدیدنه هم وایي په زیاتوځایونو کې ورتـه مطلقـه اوږدیدنـه یـا تغیرشکل وایي.

σ - تشنجات دي P _ وارده شوي قوه (بآر) دی.

L - مجموعي اوږدوالي دی.

A _ دعرضي مقطع مساحت دي.

E _ دارتجاعیت مودل Modulus of elosticity دي

د ΔL واحد د اوږدوالي واحد په شان دی او د E او σ واحدات یوشان دي مناسبوالي لپاره لاندې حدود وضع کوو:

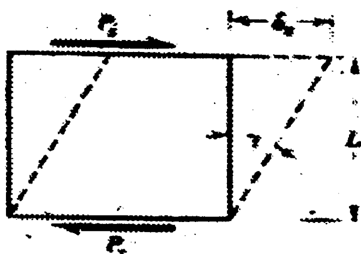
۱ - بار بایدمحوري عمل یااغیزه کړیوي.

۲ _ میله باید ثابته عرضي مقطع ولري او هوموجن (Homogeneous) وي

۳_ تشنج باید دتناسبي حد څخه تجاوزونکړي.

مماسـي قـوي پـه عرضـي مقطـع کـې مماسـي تغیرشـکل Shearing deformation رامنیځتـه کـوي یـوازي امتـدادي (محـوري) قـوې اوږدیدنـه (elongation) راپیداکوي خود یومهم تـوپیر پـه لرلـو سـره . دیـو عنصـر د کشش لپاره د هغه طول اوږدیږي خوکه یوعنصرد مماسي قوو د تاثیر لاندې راغلي وي نود هغه دخواو اوږدیدنه نه رامنځته کیږي بلکه یوازي دهغـه د شکل نما بدلون مومي لکـه چې پـه لاندې شـکل کـې چـې مسـتطیل د مماسي قوو د عمـل پـه نتیجـه کې په متوازي الاضـلاع بـدل شـوي دی اوضلعویـې کـوم تغـیر نـه دی موندلې یعنې نه اوږدې اونه لنډې شوي دي یوازې په زاویه ګانـو کې توپیر راغلي دی.

Figure 2-5 Shear deformation



دغـه موضـوع د Strain components پـه انتقـال کـې ښه واضـع شـوې ده منځنـي مماسـي بدلـون دشـکل (بڼې) average shearing strain دلانـدې افادې په واسطه ترلاسه کيږي. $tg.\gamma.. = \frac{\sigma s}{l}$

څرنګه چې د(ګاما) γ زاويه ډېره کوچنۍ وي نو $tg\ \gamma = \gamma$ دی

او لرو چې: $\infty = \frac{\sigma s}{L}$.........(2 – 5)

پس ويلي شو چې مماسي بدلـون دبـڼي (شـکل) ديـو عنصـرد دوه ډول ډول عمودي (نيغ په نيغ) مخونو زاويوي بدلون دي . دهرك دقـانون لـه مخـي د مماسي تشنج اومماسي بدلون دبڼې (Shearig strain) ترمنځ اړيکـه داسـي ده.

$$\tau = G.\wp.....2-6$$

دلتـه G په مماس کې دارتجـاعيت مـودول دی او معمـولاً ورتـه دسختـوالي مودل (Modulus of Rigidity) وايې.

د مماسي بدلون د بڼې او وارد شوو مماسي قوو تر منځ اړيکه په لانـدې ډول افاده کېږي.

$$\sigma s = \frac{V.L}{As.G} ......(2-7)$$

دلتـه -v- _ مماسـي قـوه ده چـې پـه مماسي سطحه Asباندې اغيزه کـوي

نومورې (7-2) افاده د (4-2) افادې په شان ده.

مثال (**Example**): يوه ميله دامتدادي قوي P = 100 KN ترتـاثير لاندې واقع ده دميلي پنډوالي 20mmدي دميلي عرضي انـدازه د 120 mmڅخه 40mm تـه راکـوچني کيږي دميلـي مجموعـي اوږديدنـه معلومـه کړي کـه چيري دميلي لومړني اوږدوالي 10m وي فـرض کـړي چـې د ارتجـاعيت مودول دميلي لپاره E =200Gpa دی:

حل (**Solution**): څرنګه چې دعرضي مقطع مساحت ثابت (Constant) ندی (4-2) معادلـه مسـتقيما دتطبيـق وړنـده لـذا کولـې شـو چـې ديفرينشـيال معـادلې څخه کار واخلو بيانو مجموعي اوږديدنه د دغوغير قابل سنجش (ډيروکوچنيو) اوږديدلو د مجموعې څخه لاس ته راځي. د m- n سکشن کي نمايي عرض يې Y(mm)د (m) X پـه فـاصلـه دچپ خـوا څخـه د جيومـتري څخه پيداکيداې شي يعنې ....

$$\frac{y-20}{X} = \frac{60-20}{10}$$

Y =(4X + 20) mm

او په دي سکشن کې مساحت عبارت دي له :

$$A = 20\,(2Y) = (160X + 800)\ mm^2$$

د m- n په سکشن کې په يوه معمولي اوږدوالي dX کې اوږدیدنه د(2-4)
افادې په واسطه پیداکیداې شي

$$\left[\sigma = \frac{PL}{AE}\right]$$

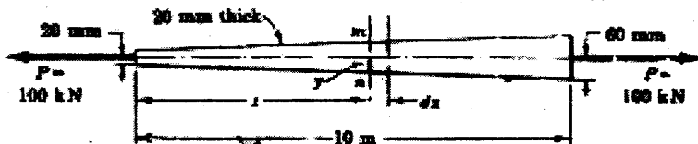
$$d\sigma = \frac{(100 \times 10^3)dx}{(160X + 800)(10^{-6})(200 \times 10^3)} = \frac{0.500\ dX}{160X + 800}$$

لدي ځای څخه مجموعي اوږدیدنه عبارت ده له:

$$\sigma = 0{,}500 \int_0^{10} \frac{dx}{160x+800} = \frac{0{,}500}{160}\left[\ln(160x + 800)\right]_0^{10}$$

ځواب $=(3{,}13x10^{-3})\ln\frac{2400}{800} = 3{,}44x10^{-3}m = 3{,}44mm\ \underline{ans}$

Figure- 2: 6



مثال (ExamPle):

د AB اوBC دوه پولادي ميلي $P = 6000$ (N) بار لاندي واقع دي دقوي موقعیت په (بڼه = 2-7a Figure) کې ښودل شوي دي د A B مساحت $A_{AB} = ½(m^2)$ او BC میلې مساحت $A_{BC} = ¾\ (m^2)$ دی کـه چېرې د نوموړو میلو لپاره د ارتجاعیت مودول Modulas of Elosticity = 29x $10^6\ pa$ وي د ښځایه کېدنې لپاره افقي او عمودي مرکبي محاسبه کړئ.

حل (Solution)

په هري میلي کې د P قوې له امله لاسته راغلی تغیر شکل (بڼې بدلون) ځخه حل پیل کوو د ستاتیك ځخه لرو چې $P_{AB} = 10000(N)$ کششي ده او (C) P_{BC}-8000 (N). فشاري ده.

اصلي ځواب ویونکې د بڼې د بدلون (deformation) عبارت دی له:

$$[\delta = \frac{PL}{AE}];\delta AB = \frac{10000(15)}{\frac{1}{2}(29\text{x}10^6)} = 0{,}0103\,\text{mLongthening}$$ (اوږدیدنه)

$$\delta cB = \frac{8000{,}(12)}{\frac{3}{4}(29\text{x}10^6)} = 0{,}00441\,\text{mShortening}$$

(لنډیدنه)

د دې لپاره چې د B ښځایه کېدو کې د دغـو بڼو د بدلـون (deformation) اغېز تحلیل شي ضروري ده چې لومړی د ,AB او BC میلې د B په نقطه کې یو د بل ځخه بیلې کړل شي چې هغوی د بڼې بدلون کموي او د بڼې بدلون یې په (Fig 2-7) کې ښودل شوې دی د دې لپـاره چې میلې سره بیا محکمې (مضبوطې) کړو هغوی نسبت A او C نقطو ته دوران خوري چې د B نقطې سره ملاقـي شي. اګر چې په دې دوران کـې راپـېدا شـوی کمـان (قوس) ډیر کوچنې دی چې کېدای شي په یو مستقیم خط فـرض کړی شي او AB او BC ته عمود (نېغ په نېغه) رسم شوی دی او دغه خطونه د B پـه نقطه کې سره قطع (پرېکړه) کوي چې د B نقطې اخیرنۍ موثر یا اغېزناکه موقعیت معلوموي.

د δAB او δBC د بڼې بدلون په لوی کچ (مقیاس) په (Figure 2-8) بـڼه کې رسم شوې دي چې مجموعي ښځایه کېدنه د B نقطې د BB ویتکټوریا δ سره ښودل شوې دی د (۸-۲ شکل) ځخه لیدل کېږي چې د δ افقي مرکبه عبارت ده له ښي خوانه اګر چې δH هم د افقي مرکبي δAB او نا معلوم اوږدیدنې x د الجبري مجموعې سره برابر دي یعنې

$$\delta H = \delta Bc = 0{,}004\,\text{m}...\underline{\text{ans}}$$

$$\delta h = X.\cos\theta \quad \delta AB.\cos\theta$$

له کومه ځایه چې

$$0,00441 = x(\frac{3}{4}) - 0,03(\frac{4}{5})x \Rightarrow x = 0,2109\text{m}$$

د x دغه قیمت د Y د پیدا کیدو لپاره پکاریږي چې δv ورته وایې چې نوموړی قیمت د عمودي مرکبې $_{AB}$ او X الجبري مجموعه ده یعنې: ښکته خواته

ځواب: ← ښکته خواته

$$V = 0,0103.\frac{3}{5} + 0,02109.\frac{4}{5} = 0,02305\text{m}$$

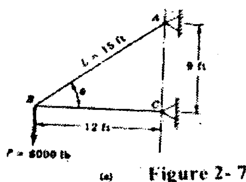
که چیرې موږ Fig 2-7b ته بیرته راوګرځو (مراجعه وکړو) موږ اوس کولی شو د Q زاویې اندازه (magnitude) د AB او BC د دوران له لیاري پیدا کړو، موږ لرو چې:

$$[\theta = \frac{s}{r}], \propto AB = x/L_{AB} = 0,02109/15 = 0,00141\text{rodian} = 0,0806...\text{degree}$$

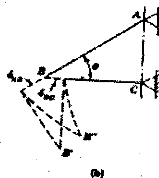
دغه دورانونه (ګرځیدنه) ډیره لږه

$$[\propto_{Bc} = \frac{Y}{L_{Bc}} = 0.02305 / 12 = 0,00192 \text{ rodion} = 0.1101 \text{ degree}$$

ده او دا مناسبه ده چې AB او BC جهتونه د AB او BC میلو د اصلي جهتونو سره موافق و تاکل شي.



(a) Figure 2- 7


(b)

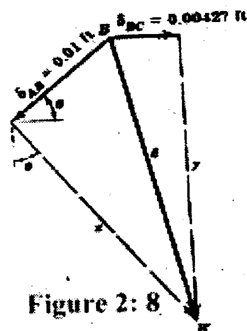


Figure 2: 8

بې ځايه کېدنه

2:4 Movment

د هـــوک قـــانون، د تشنجاتو او تغيز شکل فورمولونـــه او افـــادې مخکـــې ورکـــړل شـــوي دي هغـه اړيکـــې چـــې د ســوچـه بـــې ځايـــه کېدنـــې (حرکـت) پـه تيورۍ کې چې تر لاسه شوي دي ممکـن د هغـو حالاتو لپـاره سره شريکې شوي وي چې کله د ميلې په عرضي مقطع کې نورمـالي تشـنجات نـاموجود وي او يا د هغوی د مقدار څخه صرف نظر شوي وي هغـه تخريب چـې د بې ځايه کېدنـې (حرکـت) څخـه را پـېدا کـېږي د پرېکـېدلـو (فلزاتـو لپـاره) او ماتېدلو (د لرګي) (او نورو لکه تيګې) لپاره په نوم ياديږي.

د ډيـرو لنډو ميلـو پـه عرضـي مقطـع کـې مماسـي تشـنجات او يـو ځاى کوونکې عناصرو (بولټ، پرچې) او همدارنګه د ولډنګ بخيو کې تشنجات په شرطي فورمولو سره محاسبه کېږي تاکل شوي ده چې مماسي تشـنجات په مقطع باندې مساوي وشيلي دي او د لاندې افادې په واسطه محاسبه کېږي.

$$\tau = \frac{P}{A}(\rho a/...kg/\tfrac{2}{4})....(2.8)$$

P- د پريکولو قوه ده ,A– د هغې مقطع مساحت دی چې دغه قوه وربـاندې عمل کوي.

نسبي حرکت (بې ځايه کېدنه) يا د بېځايه کېدنې زاويه په دې فورمول سره پېدا کېږي.

$$\gamma = \frac{\tau}{G}....(2.9)$$

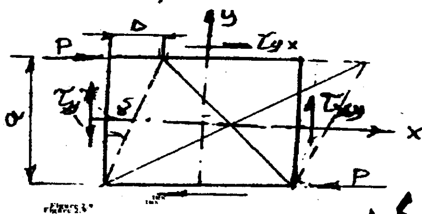
دلته – G د بېځايه کېدنې مودول دی (۱-۱ جدول وګورئ)

امتداي نسبتي تغير شکل د مربع د وترونو په مسير بـاندې چې د بې ځايـه کېدنې په سطحه کې پراته دي

$$\varepsilon_{1,3} = \pm\frac{\tau}{2G}.....(2-10)$$

شکل ۹-۲ د عمده تغير شکل څخه عبارت دی.

د حجم بدلون په سوچه بې ځایه کېدنې کې موجود نوي تغیر شکل یوازې د شکل (فورم) د تغیر سره بدرګه کېږي په دې معنی چې سوچه بې ځایه کېدنه د سطحې متشنج حالت یوازینی شکل (ډول) څخه عبارت دی.



په محکموالي کې محاسبه کول

۲،۹ بڼه

په بې ځایه کېدنه کې یو شمېر د وصلیې عناصر لکه (پرچې ګانې، بولټونه، فانې د ولډنګ بخې او نور) چې په عامه وینا میلې نه ګڼل کېږي د دې عناصرو واقعي کار ډېر سخت دی او د سوچه بې ځایه کېدنې د تیورۍ استعمال د هغوی د محاسبه کولو لپاره یو شرطي خاصیت لري د دې محاسبو مشروطوالې مخکې له هر څه په دې کې متشکل دی چې د بې ځایه کېدنې په صورت کې (په بولټونو، پرچې ګانو او نورو کې) په مقطع کې مماسي تشنجات نا برابر ویشل کېږي. (اېښودل کېږي) او بدون له دې څخه په ګونجې کېدلو او کوږوالې کې تشنجات پکې را پېدا کېږي نو د دې محاسبو اطمینان تسل او آسانتیا په عملي لاربښودونو متکې ده او د طرحه ریزۍ پر عمل کې (ډګر کې) یې پراخه استعمال موندلی دی، د پریکېدلو په صورت کې د محکمیت شرط داسې شکل لري:

د پرکېدنې لازمې

$$\tau = \frac{Q}{A} \le Rter \quad X.or \quad \tau = \frac{Q}{A} \le [\tau] \ldots (2:11)$$

مساحت عبارت دی له:

$$A = \frac{Q}{Rter} \quad or \quad A = \frac{Q}{[\tau]}$$

Kg/cm^2 or Mpa $[\tau]$

Mpa یا Kg/Cm^2 جدول 2-5 ,2-

جدول (2.5.1) د طرحه شويو فلزاتو لپاره احتمالي مجازي تشنجات [?] په Mpa یا Kg/cm^2

	steel/5 پولاد	Steel/4, st-3.kp	St.3, st.2, st.1.
د قـــوي دول	175-210 (1750- 2100)	د اساسي مجاذي نورمالي تشنجاتو په صورت کې	
	175 - 210 (1750 – 2100)	140 - 170 (1400 – 1700)	120 – 145 (1200 – 1450)
پـــــري کېدنه	120-150(1200-1500)	90-110(900-1100)	80-100(800-1000)
د ځنـــډو غوځېدنه	260-315(2600-3150)	210-255(2100-2550)	180-220(1800-2200)

جدول 2.5.2

د قوي دول	پولاد steel		=				چون	
	L2		L2 (کم شوي)		L1			
	د اساسي نورمالي مجاذي تشنجاتو په صورت کې							
	180 180	210 2100	150 1500	180 1800	120 1200	150 1500	100 1000	120 1200
پريکېدنه د تماس پر وخت کې	135 1350	160 1600	115 1150	135 1350	90 900	115 1150	25 250	30 300
خايي غونجېدل: د بن ازاد A B	130 1300	150 1500	110 1100	130 1300	85 850	115 1100	65 650	80 800
	700 7000	800 8000	600 6000	700 7000	500 5000	600 16000	350 3500	420 4200
	500 5000	600 6000	400 4000	500 5000	335 3350	430 4300	250 2500	300 3000

نوټ: د ازاد تماس A په صورت کې غونجېدل د ثابتو ودانیو متحرکو اتکاګانو پورې اړه لري.

جدول 2,5-3 مجازي تشنجات Mpa یا Kg/Cm^2 د پرچې وصليي او بولتي وصليي په صورت کې د اساسي بارونو په وخت کې.

نمونه	د قوت ډول	St.4 kp	St.3 kp St.3	St,2
پرچېگانې	پریکېدنه	140 (1400)	له 95(950)څخه تر140(1400)	له 95(950) تر140(1400)
بولټونه: صفا (پاك)	غونجېدنه	350 (3500)	له280(2800) تر320(3200)	له 240(2400) تر280(2800)
ناپاك	پریکېدنه غونجېدنه	140 (1400) 350 (3500)	120 (1200) 320 (3200)	12 (120) 280 (2800)
	پریکېدنه غونجېدنه	140 (1400) 350 (3500)	80 (800) 200 (2000)	70 (700) 170 (1700)

جدول 4-5, 2 د پرچې وصلې (نښتنې) محاسبوي مقاومتونه

تشنج حالت او د نښتنې ګروپ	محاسبوي مقاومتونه Mpa یا (Kg/cm^2)						
	شرطي عداد ټاکنه	پرچې ګانې په کشش او پریکېدنه کې د حل فعالیت کوي او د پولادو مارك: جوړوي		د جوړښتونو د عناصرو د وصلې غونجېدل عناصر چې د پولادو ګلاس: جوړوي			
		St-2	O7g2	C38/ 23	C44/ 29	C46/ 33	C52/ 40
پریکېدنه B C =	پرچې پرې شوې	180 1800	220 2200	=	=	=	=
غونجېدنه B C =	Rcp غونجېدنه			420 (4200)	=	=	=
	Rcm			380 3800	520 5200	5800	680 6800
کشش		120 1200	150 1500			=	=

نوټ:- B ګروپ کې هغه پرچې ګانو وصلیې راځي چې پرچې ګانې په سوریو کې اېښودل شوي وي:

a) برمه یي په طرحه یي قطر د ټولونې په عناصرو کې.

b) په طرحه یي قطر برمه شوې په جداګانه عناصرو او پرزه جاتو په کندو کتر کې.

c) ګروپ کې هغه پرچې ګانې راځي چې په سوریو کې په یخ ډول داخلې شوي وي.

مجازي بار (قوه) چې پریکېدنه را پیدا کوي. $QAlow = [\tau].A$

دلته $[\tau]$ په پریکېدنه کې مجازي تشنجات = $[\tau]$ دي هغوی نظر د

محکموالي تيوری، ته سره توپير لري د محکموالي د I تيوري په اساس

$[\sigma] = [\tau]$ د II تيوری په اساس .... $[\tau] = \frac{[\sigma]}{1+M}$

مثلا د پولادو لپاره د $M = 0{,}3$ په صورت کې $[\tau] = (0{,}75 + 0{,}8)[\tau]$

د کانکريټ لپاره $M = 0{,}16$ نو $[\tau] = 0{,}16[\tau] = 0{,}86[\sigma]$......... . →

د III تيورئ په اساس $[\tau] = 0{,}5[\sigma]$......... .... →

او VI تيوري په اساس $[\tau] = 0{,}85[\sigma]$......... .... →

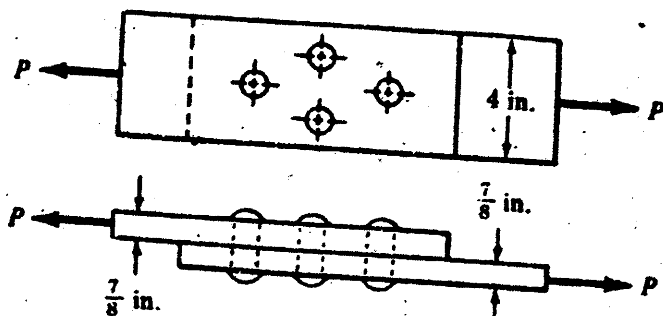
Q- محاسبوي قوت دی چې پـه پرکيدنـه کي د حدي حالت په صورت کې Q=Qn. Ext. دی

m- د کار د شرطونو ضريب

n- د بار د بيا بارولو ضريب.

Rtear - په پريکيدنه کې محاسبوي مقاومت دی.

مجازي تشنجات او محاسبوي مقاومتونه په 8-1 ,9-1 ,1 ,4.5-4, جدولونو کې درج شوي دي.



۱۰، ۲ بنه

٦: ٢ د پرچې وصليې محاسبه کول

د ستا تيکي بارونو د عمل په صورت کې اټکل کيږي چې هغه قوي چې بې ځايه کيدنه راپيداکوي دپرچې وصليې دهرې پرچې لپاره يو شان دي.

$$\tau = \frac{P}{\frac{\pi d^2}{4} nk} \le [\tau]$$

دمجازي تشنجاتو له مخې محاسبه کول:

دلته - d د پرچې قطردی، k - دپرې کيدنې شمير دی، په (Fig 2-10) کې دوه پريکيدونکي وصليه ښودل شوي ده دمحکميت (14 -2) شرط له مخې قطر غوره کوو او تعداد دپرچې ګانو پيداکوو.

$$n = \frac{4p}{\pi d^2 K[\tau]} \;........(2;15)$$

د پريکيدنې څخه په غير پرچې ګانې غونجيدل هم پيداکوي دمحکموالي کنترول دغونجيدلو له مخې اجرا کيږي خو په تقريبي ډول، دغونجيدلو مساحت دقطري سوري له مخې مشروط ټاکل کيږي $d\delta$ چې δ د پاڼې ډبلوالې دي چې P قوه يې ورکوي.

$$\sigma sm = \frac{p}{n d\delta} \ge [\sigma]cm..........(2;16)$$

په غو نجيدلو کې دمحکموالي شرط لدې ځاي څخه دپرچې ګانو لازمي تعداد عبارت دي له:

$$n = \frac{P}{d\delta[\sigma sm]}......(2;17)$$

دمحاسبې لپاره د n څخه زيات منل کيږي چې دپورته فورمولونو په واسطه پيداشوي دي. مجازي تشنجات په .2.5.3 جدول کې موجود دي.

دضعيفو سوريو لپاره:

$$\sigma = \frac{P}{\delta[b - dn]} \le [\sigma]......(2;18)$$

b او δ دمقع (پاڼې) اندازې دي:

n – په کتل شوي مقطع کې دسوريو شمير دي دحدي حالت له مخې دبولټې او پرچې وصليې په صورت کې محاسبوي فورمولونه لاندې شکلونه لري.

$$\frac{N}{nKcp \;\frac{\pi d^2}{4}} \le Rsm \;........(\;2;18\;)$$

$$\frac{N}{nd\;\Sigma\delta} \le Rsm \;..........\;....(\;2:19\;)$$

پرچې ګانو او بولټونو محاسبه په پریکېدنه کې:

په غونجېدنه کې:

د پرچې ګانې په کشش کې (سرونه غورځېدل، یا پرېکېدل)
په کشش کې دبولټونو

$$\frac{N}{n\frac{\pi d^2}{4}} \leq Rcp \;.......(2;21)$$

N _ محاسـبوي امتــدادي
قوه ده چې په وصلیه باندي اغیزه کوي.

n- دپرچې ګانو یا بولټونو تعداد په
وصلیه کې دي.

$$\frac{N}{nA\,4t} \leq Rcp^{\sigma} \;.....(2;22)$$

Kcp– دیوي پرچې یابولټ د کارنده پریکیدنو تعداد دي.

d- د پرچې لپاره په پاڼه کې دسوري قطر یادبولټ خارجي قطردي.
دعناصرو اضغري پنډوالي دي چې په یوه جهت بدلون مومي.

Rcp– په پریکیدنه کې دپرچې یا بولټ محاسبوي مقاومت دي.

Rsm (Rt)– محاسبوي مقاومت د غونجیدلو لپاره دي (چې دبار دفشار لپاره دبولټ خارجي قطر دی.

Rσp – په بولټونوکې دکشش محاسبوي مقاومت Anit د بولټ د خالص مقطع مساحت دي چې په لاندي فورمول سره پیدا کیږي.

$$A_{nit} = \frac{\pi}{16}(d2 + d3)^2$$

d_2 _ دنري (چوری) نورمال منځني قطردي.

$H, d_3 = d_1 - H/6$ دنري تیورتیکي لوړ والي دی.

d_1-د نري نور مالي داخلي قطر دي.

د d_2, d_1 او H اندازې د 59– 9150: Standثخه اخلي چې د mmاځخه نیولي تر 600mm پوري قطرلري چې متریك چوري لپاره اساسي اندازي دي. نوټ : :1- دبولټونو لپاره د 16ځخه تر 27 ملي مترو پوري قطرونه : دمقطع خالص مساحت د 59 – 9150– Standard مطابق اخستل کیږي.

1.60 1,97 2,49. 3,08 1.60 mm دبولټ قطر 16 18 20 22 24 27

Cm2 خالص مساحت 35,4.62 3.59 4.67.

بولټونه اوپرچي ګاني چه په يووخت کې هم په پريکيدني اوهم کشش کې کار کوي هريو بيلابيل په پريکيدنه او کش کي کنټروليږي.

۲.۷ دولډنګي وصليو محاسبه کول

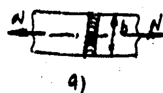
د ولډنګ بخې د ستيکونو د نبنلولو د (يوځايکولو) په صورت کې (شکل a 2-11) په کشش (فشار) کې دمحکموالي د شرط له مخې محاسبه کيږي.

$$\sigma = \frac{N}{Ls\delta} \leq [\sigma э] \ldots\ldots 2.2.4$$

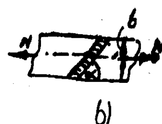
دلته Ls=b-1Cm دولډنګ د بخې محاسبوي اوږدوالي دي σ – دولډنګ د پاڼو (لستونو) پنډوالي دي

[σ э] _ په کشش (فشار) کې دولډنګ د بخې مجازي تشنجات دي جدول 2.5.6

په ستيك دمايلي بخې سره دوصليي محاسبه شکل) (Figure 2; 11) د نورمالي او مماسي تشنجاتو له مخې اجراکيږي پدي صورت کې د محکموالي شرطونه لاندي شکل غوره کوي.



د 11 ;2 بڼه



$$\sigma \propto = \frac{N \sin \propto}{ts\sigma} \leq [\sigma 3] \ldots\ldots (2.25)$$

$$\tau \propto = \frac{N.\cos \propto}{ts.\sigma} \leq [\tau 3] \ldots\ldots (2.26)$$

دلته $Ls = \frac{b}{\sin \propto} 1_{cm}$ د بخې محاسبوي اوږدوالي دي. [τ] – په پريکېدنه کې د بخې مجازي تشنجات دي (جدول ۶- ۵، ۲وګورئ)

د غلطکي بخيو محاسبه:

د ځنګ او فلنجي – په مشروط ډول په پريکېدنه کې د مايلي مقطعی له مخې (Fig 2-12b) اجرا کوي، د محکموالي شرايط يې عبارت دي له:.............

$$\tau = \frac{N}{0.7\delta.ts} \leq [\tau \ni]......(2.27)$$

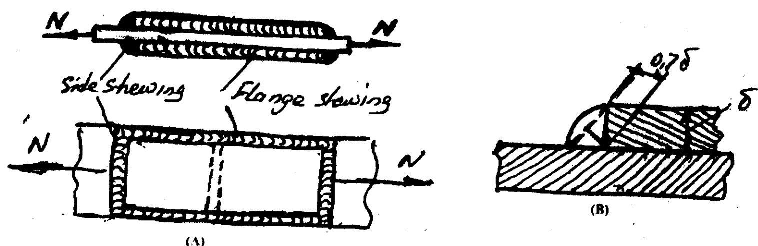
دلته L د ولډنګ د بخې اوږدوالې دی د غير سمتريك پروفيلونو د عناصرو د ولډنګ په صورت کې (Fig 2-13) د ولډنګ د بخې اوږدوالې د هرې خوا څخه ټاکل کېږي.

$$la = \frac{Nc}{0.7\delta[\tau \ni](a+c)}$$

$$lc = \frac{Na}{0.7\delta[\tau \ni](a+c)}$$

د ولډنګ د بخيو محاسبه يا د ولډنګ وصيلېو محاسبه د حدي حالت په طريقه کې د ستاندرټ مطابق د لاندې فورمولونو په واسطه اجرا کېږي.

د ولډنګ وصليی په ستيك چې په کشش او فشار کې کار کوي. (Fig, 2-11) وګورئ.



۲:۱۲ بڼه

$$\frac{N}{ls\delta} \leq Rw.......229$$

دلته N – محاسبوي امتدادي قوه ده چې په وصليه باندې اغيزه کوي- Ls د بخې محاسبوي اوږدوالې دی په هغه حالت کې چې د ستيك د حدوداتو څخه د بخې انجامونه وتلي وي د مکمل اوږدوالي سره مساوي دي په بل

صورت کې محاسبوي اوږدوالې د بخې د مکمل اوږدوالي څخه 10mm کوچنی نیسي.

σ- دوصلیدونکیي عناصرو ترټولو کوچنۍ پنډوالي دي.

R^w - په کشش اوفشار کې دستیك دولډنګي وصلیې محاسبوي مقاومت دی.

$$\frac{N}{\beta . hs ls} \leq Ra^{w} ......(2:30)$$

د زاویوی ولډنګ بخي چي امتدادي او عرضي قوي زغمي په پریکیدنه کې محاسبه کوي یعنې:



دلته hs – د زاویوي بخي پنډوالی دی β - دولډنګ د ډول پورې اړوند ضریب دي دیو خل تیریدني اتوماتیك ولډنګ لپاره 1 = β د دوه او دري خلي تیریدني اوتوماتیك ولډنګ لپاره 0.9 =β دیوخل تیریدني نیمه اتوماتیك ولډنګ لپاره 0.85 = β دي.

د دوه اودري خله تیریدني نیمه اتوماتیك ولډنګ لپاره 0.8 = β دلاسي ولډنك لپاره اوهمدارنګه د دري خلي څخه زیات تیریدني اتوماتیك اونیمه اتوماتیك ولډنګ لپاره 0.7 = β دي.

Ls _ د بخې محاسبوي اوږدوالي دي چې د ۱۰ mm په پام کې نیولوسره دهغې دبشپړاوږدوالي سره برابردي.

Ra^w – زاویوی بخې محاسبوي مقاومت دی.

<u>مثال</u>: په ستیك باندي د دوه ټوټو چې 220X10mm اندازې لري د ولډنګ وصلیې محاسبه کړئ که چیرې د ټوټو دموادو ډول پولاد s t 46/33 وي کششي قوه N =560KN یا (56Ts) د ولډنګ لاسي دی. دولډنګ سیخان (الکترود) 50A دي پیدا کوو.

$R_p^s = 250\text{Mpa}[2500\text{kg}/\text{cm}^2]$

$$\sigma_s = \frac{N}{\delta.ls} = \frac{5600,000}{1.10^{-2}(22-1).10^{-2}} = 266,7\text{Mpa} \geq R_p^s = 250\text{Mpa}$$

حل (Solution):

د 2.4.7 جدول څخـه د ولـډنګ محاسـبوي مقـاومت پيداکـوو (راخلـو) د ولډنګ بخې کې تشنجات ټاکويا محاسبه کوو، مستقيم ستيك دوصليې (نښتنې) محکموالي (مضبوطوالي) نه ګرانتي کوي مايل ستيك ګورو چې اينبودنه يې 2: 1 ده په دی صورت کې د بخې محاسبوي اوږدوالي:

$ls\ \sigma э=(24.1)$cm او په بخې کې تشنجات $\sigma э = 24.3$Mpa چې د $R_P^s = 250$Mpa څخه 2,6% لږ دي.

جدول 2.5-6

په ولډنګ کې مجازي تشنجات $[kg/cm^2]$ 11pa جدول 2,5,6			
اتومـــــاتيك ولډنګ کاري	لاسي ولډنګ کاري		د ولډنګ شکل
	ډبل (پيړ)	نازك	
130 (1300)	130 (1300)	100 (1000)	شکل ، 3]
145 (1450)	145 (1450)	110 (1100)	فشار 3]
110 (1100)	110 (1100)	80 (800)	پريکېدنه [t3]

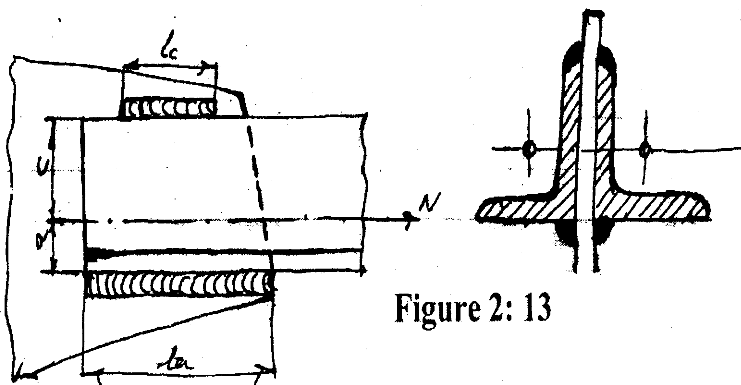


Figure 2: 13

دولډنګ په صليې کې محاسبوي مقاومت 7, 2 جدول

د پيوسن نسبت

Paissons Ratio ۸،۲

دوه محوره او دري محوره تغير شكل (دبڼې بدلون)

Biaxial and Triaxial Deformation

دالاستكي تغير شكل يوه بله نمونه (ډول) بدلون دي چې په متقاطع اندازو كې محوري كشش يا فشار را پيدا كوي تجربې و ښاى كه چېرې يوه ميله د محوري كشش په واسطه اوږده شوي وي نوپدي صورت كې په متقاطع اندازو كې كمبود راځي Simeon D.Poisson په 1811كال كې وښودله چې د في واحد تغير شكل يا Strain نسبت په دغه مسير (جهت) كې دتناسبي حد په شمول د فشار (تشنجاتو) لپاره ثابت دي په نسبت ددي چه نوموړي دغه نسبت ايجاد كړ نوموړي نسبت دهغه په نوم پس لدي ياد شو اوپه لاندي ډول پيدا كيږي.

دلته ε_x د X په مسير باندي دفشار په نتيجه كې Strain دي.

$$\gamma = -\frac{\varepsilon y}{\varepsilon x} = -\frac{\varepsilon z}{\varepsilon x} \quad ...2,31$$

او ε_x او ε_y په مقابل عمودي جهتونو باندي څرګنديدونكي Strain دي منفي علامه په متقاطع اندازوكي كمبود وښې كله چې يوازي ε_x وي لكه چي د كششي اوږديدني په حالت كې چې دي (tencile elongation)

د piosson نسبت مونږ ته اجازه راكوي چي د Biaxial stressپه صورت (حالت) كې uniaxial stressته انكشاف وركړو څكه نوكه چيري په يو وخت ديوعنصرد X او Yپه محورونو كې فشار غوښتل شوي وي نود Xپه جهت باندي دكششي تشنجاتوپه نتيجه كې Strain عبارت دي له $\varepsilon\ x = \sigma x/E$ په يووخت كي كششي تشنجات σ_y په ډيركم د X په جهت كي د $\gamma\sigma y/E$ په اندازه توليدشي پس نونتيجوي unit deformatin يا

strain د X په جهت باندې عبارت دي له: په ورته ډول مجموعي Strain

د Y په جهت باندې عبارت دي له:

$$\varepsilon x = \frac{\sigma_x}{E} - \frac{\sigma y}{E} \quad \ldots 2,,2$$

دا خيرنو دوه افادو څخه لرو چې:

بعدي انکشافات د دې بحث پلاندي افـادو

$$\varepsilon_y = \frac{\sigma.y}{E}\sqrt{\frac{\sigma x}{E}} \quad \ldots 2,33$$

$$\sigma x = \frac{(\varepsilon_x + \gamma \varepsilon_y)E}{1-\gamma^2} : \sigma y = \frac{(\varepsilon y + \gamma \varepsilon_x)E}{1-\gamma^2} \quad \ldots 2;34$$

کې د Strain لپاره چې په عين وخت په دري محوره کششي تشنجاتوکې پيداکيږي په لاندي ډول دي:

دغـه ټول مسـاواتونه د فشـاري اغيزولپـاره هـم معقـول اوجـائزدي . دغـه

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon x &= \frac{1}{E}[\sigma x - \gamma(\sigma y + \sigma Z] \\ \varepsilon y &= \frac{1}{E}[\sigma y - \gamma(\sigma z + \sigma x)] \\ \varepsilon z &= \frac{1}{E}[\sigma z - \gamma(\sigma x + \sigma y)] \end{aligned}\right\} \ldots\ldots(2,35)$$

ضـروري ده چـې مثبتـي علامـې د اوړديدنـي اوکششـي تشـنجاتو لپـاره اوبرعکس منفي علامې دمخالف عمل اوفشاري تشنجاتو لپاره په نښه شي يوه ډيره مهمه رابطه يا اړيکه چې د دري ثـابتو E,G او γ ترمنځ د ورکړل شوو موادو لپاره موجوده ده عبارت ده له:

$G = E / 2(1+\gamma) \ldots\ldots 2;36$ کله چې G او E معلوم وي دمحاسبه کولو لپاره نوموړې افاده ګټوره ده دپيوسن دنسبت (ضريب) عام قيمتونه 0.25 څخه تر 0.30 پوري دپولادو (Steel) لپاره اوتقريبا" 0.33 دنورو ډيرو فلزاتو لپاره او 0.20 د کانکريت لپاره دي

مثال: Example ·

دهريوورکړل شـوي موادونمونـه غوښتـل شـوي ده ديونيفـارم دري محـوره تشنجاتو (uniform triaxial stresses) لپـاره دپيوسـن دنسبت تيوريکـي اعظمي قيمت پيداکړي .

حل (Solution): $Ex + Ey + Ez = \frac{1-2\gamma}{E}(\sigma x + \sigma y + \sigma z).....a$

که چیري (5 2.8) مساواتو نه سره جمع کړو پلاس راوړوچي: ⟵

د(uniform triaxial stresses) لپاره لورو چې: Ex=Ey=Ez=E او σx=σy+σz=σ او E=(ρ−2γ)(σ/E) ځکه نو E او σ باید یو شانته علامه ولري او دا چي (1-2 γ) بایدمثبته علامه ولري . چي عبارت ده له:

$1 - 2\gamma \geq 0 - -\gamma \leq \frac{1}{2}$.......ans

مثال (EXample) :

یودروندالمونیمي شافت (وال) چي 80mm قطرلري په متمرکزه توګه په استوانه یي پولادي تیوب کي ځاي په ځاي شوي دي دپولادي تیوپ ترتولو وړوکي دننئ (داخلي) قطر معلوم کړي په دي ترتیب چي هیڅ ډول مماسي فشار په هغه وخت کي چي المونیمي شافت 400KNفشاري قوه (بار) انتقالوي وجودنلري فرض کړئ چي : Eal = 70Gpa.

او $\gamma = \frac{1}{3}$ دی

حل (Solutin): په المونیمو کي محوري فشاري تشنجات:

$$[\sigma = \frac{p}{A}];\sigma_x = -400\times10^3 \div[(\pi/4)(0,080)^2] = -79,6\text{Mpa}$$

دیومحوري تشنجاتو (uniaxail stress) لپاره متقاطع بدلون دبني (trans vers strain) عبارت دي له:

$$[\varepsilon y = \gamma \varepsilon x = -\gamma . \frac{\sigma x}{E}]; \varepsilon y = -\frac{1}{3}(\frac{-79.6 x 10^{6}}{70 x 10^{9}})$$

$$\varepsilon y = 379 x 10^{-6} m / m$$

ځکه نومطلوبه قطر یې صفایې (d iametrial clearance) عبارت دي له:

$$[\delta = \varepsilon L], \delta y = (379 x 10^{-6})(80) = 0,0303 mm.$$

د تیوب مطلوب دنني قطر عبارت دي له: دالمونیمي شافت اصلي قطر جمع دغه قطري صفایې یعني <u>ans</u>: D=80+0.0303mm=80.0303mm

تمرین :

سوال:

یومضبوط سلندر چې d قطر لري او د P قوي تراغیزي لاندي واقـع دي وښیاست چې د قطربدلون یې $4p\gamma / \pi Ed$ دی.

سوال:

150mm اوږدبرونزي تیوب چې یوانجام یې تړلې دی (بنددي) قطریې 80mm اود دیوال پنډوالي یې 3mm دي دابدون د صفایې ځخه دیو بلاك په سوري کې اینبودل شوي دي تیـوب داخلي 4.00Mpa فشـارته ضرورت لري وګنې چې $\gamma = 1/3$ او E=83Gpa په تیوب کـې مماسي تشـنجات پیدا کړي <u>ans</u> = 8.89Mpa

۲،۹ ستاتیکي ناټاکلي اجزاوې
Staticaly Indeterminate Members

دلته د محوري بار شوو اجزاو يو يقيني شريکوالی موجود دی چې د ستاتيك تعادلي معادلې په کې د مسئلې د حل لپاره بس نه دي هغه سيستمونه چې يوازې د ستاتيك تعادلي معادلو په مرسته يې حل شوي نه دي د نا ټاکلي ستاتيکي سيستم په نوم يادیږي پاتې نورې معادلې يې د بڼې د بدلون د مطابقت (توافق) د شرطونو څخه ترتيبوي.
د تکميلي معادلو شمېر د سيستم د ستاتيکي نا ټاکليتوب طاقت (درجه) معلوموي.

د ستاتيکي نا ټاکلي سيستمونو ځانګړتياوې:

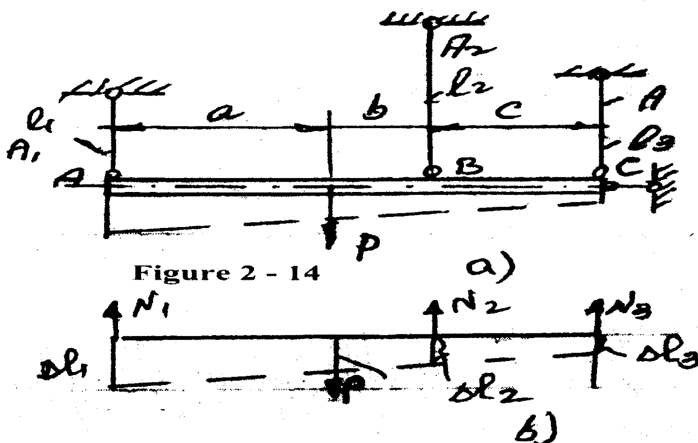
۱ په ستاتيکي نا ټاکلي سيستمونو کې د داخلي قوو اېښودل (ترتيبول) د عناصرو د سختوالي د تناسب پورې اړه لري په موجوده عنصر کې د سختۍ د زياتوالي سره قوه په ذکر شوي عنصر کې زياتېږي (لوئيږي) او په نورو کې کمېږي.
۲ په ستاتيکي نامعلوم ستمونو کې کېدای شي د خارجي قوو د نه موجوديت (نشتوالي) په صورت کې د بېلابېلو عناصرو د صفايي يا دقيقوالي د نشتوالي له امله تشنجات را پيدا شي چې دغه شيان د اتکايي محکموالي د خو ځېدنې او همدارنګه د حرارت د تغير په صورت کې ممکن دی.
مثال: په 14-2 شکل کې ښودل شوي ستاتيکي نا ټاکلی سيستم په ميلو کې قوې معلومې کړي نومورې ميله يو بې نهايت سخت بروس دی چې د درې ميلو په واسطه ځوړند دی. څنګونو ته عناصر يې پولادي دي چې مساحت يې سره مساوي دي.

منخنۍ يې د مسو دی چې مساحت يې $A_2=3A_1$ دی F=1-00KN د پولادو

د ارتجاعيت مودول $E_{cu} = 1.10^5$ Mpa, $E_{st}=2.\ 10^5$Mpa

$a = 1m,\ L_3= 1.0m,\ L_2= 1.5m,\ L_1=0.8m,$
$C = 0.8m,\ b=0.5m$

حل (Solution) د پرې کولو میتود څخه کار اخلو او د تعادل شرطونه ترتيبو.



$\Sigma Y= N_1+N_2+N_3- P= 0$
$N_1+N_2+N_3= 100KN...(a)$
$\Sigma M_A=N2\ (a+b) - P.a+N_3\ (a+b+c)=0\ ...(b)$
$1.5\ N_2+2.3N_3=100KN$ or .... او يا

دتعادل د دوه معادلو څخه N_2,N_1 او N_3 د دري نامعلومو مقدارونو معلومول مجازندي . پاتي نميګړي معادلي ترتيبوو د دي لپاره د تغير شکل هندسي شيما استعمالووشکل 2-14b $\frac{\Delta L_1-\Delta L_3}{a+b+c}=\frac{\Delta L_2-\Delta L_3}{c}$
دغه تغيرشکل د شريکوالي معادله ده ګڼو چې

د هوك دقانون له مخي لروچې: $\Delta L_1=\frac{N_1L_1}{E_{st}.A_1};\Delta L_2=\frac{N_2.L_2}{E_{cu}A_2};\Delta t_3=\frac{N_3.L_3}{E_{st}.A_1}$،

دسوال ورکړل شوي معلومات په ورکړي شوي اخيري مساوات کې وضع کوو پلاس راوړو:

$$\frac{1}{a+b+c}\left(\frac{Ni.l1}{Est}-\frac{Ng.l3}{Est}\right)=\frac{1}{c}\left(\frac{N2.l3}{3Ecu}-\frac{N3.l3}{Est}\right)$$

$0.174N_1 - 0.625N_2 + 0.407N_2 = 0$ .....(c)

د b,a او c معـادلي پـه ګډه حلـوو او غوښتـل شـوي نـامعلوم کميتونـه پيداکوو: $N1 = 46KN, N2 = 29KN, N3 = 25KN$.

مثال: په 15-2شکل کې ښودل شوي ستاتيکي ناټاکلي سستم کې قوي (قوتونه) پيداکړي ، دنه دقيقوالي له امله منځنۍ ميله CD $\Delta t = 1mm >$ په انـدازه د لازمـې انـدازې څخـه لنـډه ښکـاره شـوه . لومړنـي معلومات: $\alpha = 30°, L = 1m, A = 3Cm^2$

دټولو ميلو سختوالي يوشانته او سره برابر دي $EF = 2.10^5 x 3x10^{-4} = 6x10^4 KN$

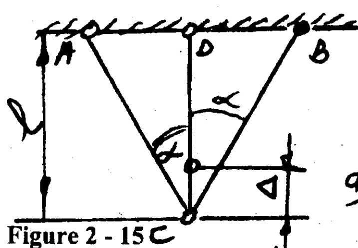


Figure 2 - 15 C

حل (Solution):

د ټولوني يا جمع اوري په وخت کې دميلو انجامونـه پـه کشـش سـره يـو ځاي شـوي دي چـې دمنځنـي ميلـي دکشـش اودنـورو يعنـي اړخـي ميلـو دفشـار سـبب شـوي دي . دزاوئ دبدلون (تغير) څخه صرف نظرکوو اود C غوټې د تعادل څخه پلاس راوړو چې:

$\sum X = -N_1 \sin\alpha + N_3 \sin\alpha = 0$

يعني $N_1 = N_3$

$\sum Y = N_2 + 2N_1 \cos\alpha = 0$......(a) په سوال کې دوه نامعلوم شرطونه ياحالتونه موجود دي :

$N_1 = N_3$ او N2 په دی ترتيب سستم يوځل ستاتيکي ناټاکلي دي دشکل دبدلـون دشـريکوالي يـاګډون معادلـه ترتيبـوو ددي لپـاره د بـڼي دبدلـون هندسي شيما څخه کار اخلو(شکل 2.15b).

مقصدادی چې:

$$\Delta l_1 = (\Delta - \Delta l_2)\cos\alpha$$

$$\Delta t_1 = \frac{tN_1}{\cos\alpha .E.A}$$

$$DL2 = \frac{LN2}{EA}$$

او دبني دبدلون معادلي دنامعلوموکميتونو N_1 او N_2 له مخې افاده کوو:

$$\frac{tN1}{\cos\propto EA}=(\Delta-\frac{tN2}{EA})\cos\propto ......(b)$$

د (a) او (b) معادلي په ګډه سره حلوو او دسوال ورکړل شوي معلومات پکي وضع کوو پلاس راوړو :

(فشار)...........N_1=15KN(Compresive)

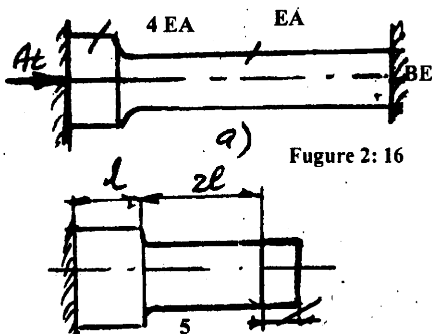
(کشش) ....N_2=26KN(tension)

په لاندي مثال کې د حرارت د بدلون لـه امله په ستاتيکي ناټاکلو ستمونو کې راپيداکيدونکي تشنجاتو حسابول په ګوته کوو.

مثال:

په (Fig 2-16)شکل کې ښودل شوي ميلي (بروس) لپاره داخلي (دننه) قوي اوتشنجات په برخو کې دحرارت دپورته کيدوپه صورت کې معلوم کړي دخطي انتشار ضريب $\propto t$ دي . $\Delta t^\circ=t_1^\circ-t^\circ$

حل (Solution):



Fugure 2: 16

دګرموالي په صورت کې ميله هـځول کيـږي چې اوږده شـي اوپه غوټه (Joint) باندي فشار واردوي چـې پکـي اتکـايي غـبرګون (reaction)At او Bt راپيداکيږي چې په برخو کې د داخلـي قوتونـو دمقدارونـو

سره برابردی د دوی د معلومولو لپاره دتعادل مقادله ترتيبوو0 = At = Bt دتعادل معادلي څخه يوازي څرګنديږي چې At = Bt نوسوال ستاتيکي ناټاکلي دي دبني (شکل) دبدلون دګډون دمعادلو ترتيبولو لپاره د بروس يوانجام په خياليډول آزادوو (شکل b 16-2) پدي وخت کې هغه ازادنه د $\Delta Lt=\propto tx3L\Delta t^\circ$ په اندازه اوږديږي د داخلي قوي Nt چې د مقدار لـه مخې د اتکايي عکس العملونو سره برابره ده د اغيزې لـه امله بروس بايد

په همدغه اندازه لنډ شی دا څکه چې د غوټو تر منځ فاصله باید تغیر ونه کړئ.. $\Delta L_N = \Delta Lt$

یا لدي ځای

$$\frac{NL}{4EA} + \frac{N.2.L}{E.A} = \propto_t .3L\Delta t^\circ$$

څخه حرارتي (تودوخيي) تشنجات پدې...

$$N = -\frac{4}{3} EA\propto_t .\Delta t^\circ$$

ترتيب تاکل کيږي:

په لومړي برخه کې: ⟵ $\sigma^{(1)}_t = -\frac{N}{4A} = -\frac{1}{3} E \propto t.\Delta t^\circ$

په دوهمه برخه کي: ⟵ $\sigma^{(2)}_t = -\frac{N}{A} = -\frac{4}{3} .E.\propto_t .\Delta t^\circ$

۱۰ : ۲ دمختلف النوعه موادو څخه متشکل شرو ميلو محاسبه

مثال:

د او سپنيزکانکريتي ستني (پـــای) پـــه ســـيخانو اوکـانکريت کـې تشـنجات معلوم کړي شکل (Fig 2-17) که چيري دپولادو (سيخانو) او کانکريت د ارتجاعيت مودولونو ترمنځ نسبت 15 وي. P=600KN, h= 30Cm اودسيخ قطر 22mm وي.

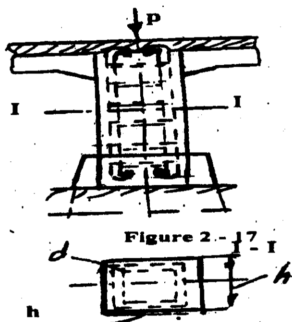


Figure 2.-17

حل (Solution):

د ۱ -۱ قطـع اجـرا کـوو دسـتني لاندينـی برخـه غـور څوو او دپاسـنی برخـي لپـاره تعادل شرط ترتيبوو :

دلته Acon, σ_{con} ـ دکانکريت مساحت اوتشنجات دي .

$$P+Na + Ncon = 0$$

یا $P+\sigma aAa+\sigma_{con}.Acon = 0........(a)$

په سيخانو کې Na اوکانکريت کې د Nc دقوودمعلومولو لپاره دستاتيك يـوه معادلـه کـافي نـده سـوال سـتاتيکي نـاټاکلي دي دبـني د بدلـون (deformation) دګډون معادله ترتيبوو. لکه څنګه چې دسيخانو اوکانکريټ ترمنځ نښتنه موجوده ده پس د سيخانو اوکـانکريت ترمنځ اوږدوالي يوشان دي.

$$\Delta la = \Delta lc \frac{Na\,lz}{EzAz} = \frac{Ncon\,lcon}{Econ.Acon}$$

یا .... $\varepsilon_a = \varepsilon_{con}$

کوچې La Lcon دنسبي اوږديدني معادله پلاس

راوړو.یا .... $\frac{\sigma_a}{E_a} = \frac{\sigma_{con}}{E_{con}}$

دسوال دشرط له مخي Ea = 15Ee بيانو د (b) افاده په (a) کې وضع کوو

حاصلوو چې:

$p + 15\sigma_c A_a + \sigma_a A_c = 0$

$\sigma_c = -5,32 MPa(-798 kg/cm^2)$

$\sigma a = -79,8 Mpa(-798 kg/cm^2)$

لدې ځايه د دې له امله چې ستنه په فشار کې کار کوي تشنجات منفي علامه لر ي.

۱۱:۲ د تخريبي بارونو له مخې محاسبه

هغه بارچې دجوړښت دبشپړې له منځه وړني سبب کيږي دتخريبي بار پنوم ياديږي . پدې طريقه کې دمحکموالي (مضبوطوالي) شرط داسې غوښتنه راولاړوي چې په جوړښت باندې ترټولو لويه قوه (لوي بار) دمجازي بارڅخه تجاوز ونکړي چې دتخريبي باراو دمحکموالي دضريب (k) ترمنځ نسبت په واسطه ټاکل کيږي د حساب لپاره دتخريبي بارونو څخه ترټولو وړوکي منل کيږي چې دتخريب دممکنه شيما سره مطابقت کوي

Pmax $\leq$ [P] = Pdis/k

K- د محکموالي ذخيروي ضريب دي چې دنورمونو له مخې ورکول کيږي

Pdis_ تخيريبي بار دي . دپلاستيکي مـوادو څخه جوړشووو . جوړښتونو په عنصرکـې دتخريـب قـوه د دې فورمـول Ndis = σ y.A پـه واسـطه پيداکيـږي د دې لپـاره دکشـش ـ فشـار سـاده شـوي ديـاګرام prendtle) Diagram of) پکارول کيږي (Fig 2-18) .

د مـاتيدونکوموادو څخـه جوړ شوو جوړښتونـو پـه عنصرکـې تخريبـي قـوه دمحکموالي د حدله مخې ټاکي: Ndis = σstringthA

په ستاتيکي ناټاکلو سستمونو کې (Fig 2-19) په يو عنصر کې د بهيدني راپيدا کيدل لا ټول جوړښت تخريب ته نه بيايي. د ټول جوړښت (s truction) دبشپړې له منځه وړنې سره دبهيدنې واحد رابنکاره کيدل مطابقت کوي چې کم تر کمه دجوړښت په دوه عنصرونو کې راپيدا کيږي.
دلته دتخريب درې شونې شيماګانې(ميلو) شتوالې لري:

$\Sigma MA = 0$:

BE-1 او CG په ميلوکې بهيدل، پدې حالت کې تخريبي قوه (بار) دتعادل د شرط څخه پيدا کيږي:

$$p_{dis}^{I} = 2\sigma y.\Pi_3 + \frac{a}{b}\sigma y.A_3;$$

۲ _ د AD او CGپه ميلوکې بهيدل د $\Sigma M_B = 0$ څخه لاسته راوړو:

$$p_{dis}^{II} = \frac{\sigma y.A_3(2b-a) - \sigma y.A_1.a}{b-a}$$

۳_ د AD او BE په ميلوکې بهيدل . د0 = ΣMC څخه پلاس راوړو:

$$p_{dis}^{III} = \frac{2\sigma y A_1 b + \sigma y A_2(2b-a)}{b}$$

مجازي بار (قوه) د دې درې تخريبي بارونو څخه ترټولو وړوکې بار له

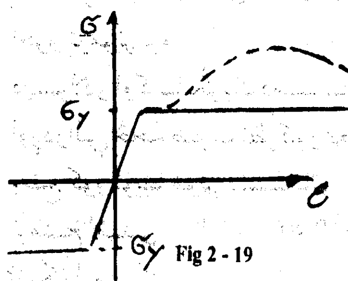


Fig 2 - 19

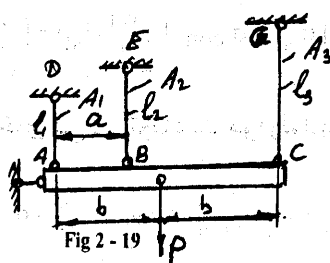
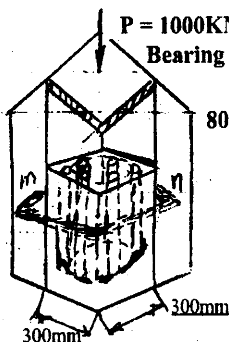
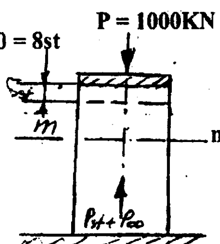


Fig 2 - 19

مخې ټاکې چې په ذخيروي بار باندې نوموړې قوه ويشي.
سوال:- يوه کانکريټي پوسته (شکل 2-20) د ۶ پولادي سيمونو سره په سيمتريك ډول چې دهريو سيخ مساحت $600mm^2$ دی په محوري توګه ځاي په ځاي شوې ده که چيرې وارد شوی بار P =1000KN وي نوپه هرموادو (جسم) کې انکشافي تشنجات محاسبه کړئ. دپولادود

ارتجـــــــاعيت مـودول (Module of elasticity) =200Gpa او دکـانکريت لپـاره د ارتجاعيت مودل Econ =14Gpa دی.





حل:- (Solution):

لکه چې په شکل کې ښودل شوې ده واردشوې بار اودمقاومت قـوې پـه هـر يـو متقـاطع مقطـع (سکشـن) m-n بـاندي يـو Collinear system جوړ وي د متواضـع الاضـلاع څخه لرو $[\Sigma F = 0]; P_{st} + p_{con} = 1 \times 10^6$ N......(a)

تراوسه کومه بله ستاتيکي موازينه موجوده نده چې وښايـې پـه کـوم تناسب بـار دمـوادو هـرې برخـي (هرجسـم تـه) ويشـل شـوې دی مونـږ دجـوړښت (Structure) الاستيکي بدلـون د ښي په نظرکې نيسـود سـمتري پـه واسـطه داښکاره ده چې دبيرنګ پليټ پولاد اوکانکريت مساوايانه تخريب کړي دي څکه نو $\delta = \sigma L / E$ افـاده د نومـوړي مسـاوي تغيرشـکل لپـاره پکـار اچوو نومونږ لرو: $[\sigma_{st} = \sigma_{con}]; [\frac{\sigma L}{E}]_{st} = [\frac{\sigma L}{E}]_{con}$

دپـــولادو اوکـــانکريت دمســـاويانه اوږدوالـي څخـه صرف نظرکوو يعنې اوپه ځای يې د ارتجـاعيت مودولونـه وضع کوو نوبيا مونږ دتشـنجاتو ترمنـځ لانـدی $\sigma_{st} = \frac{E_{st}}{E_{con}} \sigma_{con} = \frac{200}{14} \sigma_{con} = 14.3 \sigma_{con}$ ......(b) اړيکه لرو:

د(b) افاده دتشنجاتو لپاره حاکم ارتباط دی بايدپه ياد ولرو چې دا اړيکـه يـوازې د هغـه واقعيـت پـوري اړه لـري چـې مواديوشـانته تخريـب وکـړي ياتغيرشکل ومومي. اوس لرو چې پکار واچووچې:....... $p = \sigma A$ و د (a) مساوات بيا ليکو:

$$\sigma_{st} [6(600 \times 10^{-6})] + \sigma_{con} \{(300 \times 300) - 6(600)] \times 10^{-6}\} = 1 \times 10^6$$

$$\sigma_{st} (3.6 \times 10^{-3}) + \sigma_{con} (86.4 \times 10^{-3}) = 1 \times 10^6$$

د b له افادې څخه σ_{st} په $14,3\sigma_{con}$ سره وضع کوو لرو چې:

$$14.3\sigma_{con}(3.6\times10^{-3})+\sigma_{con}(86.4\times10^{-3})=1\times10^{6}$$

$$\sigma_{con}=7.25\times10^{6}\,N/m^{2}=7.25\,Mpa.........\underline{ans.}$$

او د (b) مساوات څخه لرو چې: $\sigma_{st}=14.3\sigma_{co}=104\,Mpa......\underline{ans}$

سوال:

په تیر سوال کې فرض کړئ چې مجازي تشنجات $\sigma_{st}=120\,Mpa$ $\sigma_{con}=6\,Mpa$

د P بار اعظمي قیمت محاسبه کړئ.

حل (Solution):

ناخبره شاگردان ممکن مجازي تشنجات یوازې دستاتیك تعادلي معادله کې وضع کړي اودابه غلطه وي ځکه چې دا دموادو مساویانه تغیرشکل په پام کې نه نیسي په تیرسوال کې (b) مساوات څخه مونږ ولیدل چې مساوي تغیرشکلونه لاندې حاکمه اړیکه دتشنجاتو ترمینځ حاصلوي.

$\sigma_{st}=14.3\sigma_{con}$ ددې اړیکي څخه مونږ په یاد لرو چې که چیرې کانکریت 6Mpa حدپورې متشنج شوي و په پولادو کې ځوابي تشنجات به وي: $\sigma_{st}=(14.3)6=85.8\,Mpa$

ځکه نوپولاد نشي کیدای چې بدون دکانکریت داضافه متشنجوالي څخه د 120 Mpa حدپورې متشنج وي پدې وسیله (کارنده) واقعي تشنجات چې پیداشوي دي بأید $\sigma_{con}=6\,Mpa$ او $\sigma_{st}=85.8\,Mpa$

او دا قیمتونه د ستاتیك تعادلي معادلې (a) کې وضع کوو پلاس راوړو.

$$P=P_{st}+P_{con}=\sigma_{st}.A_{st}+\sigma_{con}.A_{con}$$

$$=(85.8\times10^{6})(3.6\times10^{-3})+(6\times10^{6})(86.4\times10^{-3})$$

$$=827\,kN.................\underline{ans}$$

سوال:

یوه مسي میله دالمونیمي سلندر په یوه سوري کښیي داخله شوي ده مسي میله 0.005in طرحه شوې لکه چې په Fig 2-21 کې گورئ د بیرنگ پلیت باندې اعظمي بار P محاسبه کړئ که چیرې لومړني معلومات چې په لاندې جدول کې ورکړل شوې دی استعمال شي.

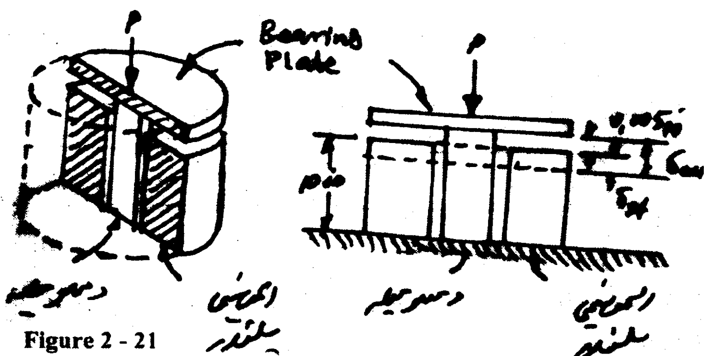


Figure 2 - 21

Coper مس (Alumonuem) المونيم			
(Area) مساحت (in^2)	2	3	جدول *
E (psi)	$17x10^6$	$10x10^6$	
مجازي تشنجات (ksi)	20	10	

حل (Solution):

د دې لپاره چې دتشنجاتو ترمنځ اړیکه پیداکړو په شکل کې ښودل شوې الاستیکي تغیرشکلونه اضافه شوي دي لروچې:

$$[\sigma_{cu}=\sigma_{al}+0.005](\frac{\sigma.L}{E})_{cu}=(\frac{\sigma L}{E})_{at}=(\frac{\sigma L}{E})_{al}+0.005$$

د فیتونو د وضع کولو څخه وروسته په لاس راوړو چې:

د (a) مساوات دتشنجاتو ترمنځه $(a)\ldots\ldots\sigma_{cu}=1.7\sigma_{al}+8500$

حاکمه رابطه ده دا معلومه ده چې: $\sigma_{al}=10.000$Psi

استعمالول دمسو تشنجات د 25500psi په اندازه اضافه کوي ځکه نو مس مسلط دي او د المونیمو خوابي تشنجات د (a) مساوات څخه پیداکیدای شي.

$$20000=1.7\sigma_{al}+8500\Rightarrow\sigma_{al}=6770\text{psi}$$

مجموعي بارعبارت دي له:.............................

$$p=p_{cu}+pal=A_{cu}+A_{cu}\sigma_{cu}+A_{al}\sigma_{al}$$

کارنده تشنجات چې فقط اوس معلوم شول د وضع کولو وروسته لرو:

$$p=2(20000)+3(6770)=60300\ldots..1b\ldots\ldots\underline{ans}$$

سوال:-(Problam):

یوه افقي میله چې وزن یې په پام کې نه نیول کېږي د A په نقطه کې څوړنده ده (شکل 22 – 2) او فرض شوې چې سخته ده او په برونزي میلې چې 2m اوږده او پولادي میلې چې 1m اوږده ده متکي ده په لاندې ورکړل شوي جدول کې معلومات استمال کړئ په هره میله کې تشنجات محاسبه کړئ.

	Steel	Bronze	
Area (mm2) مساحت	600	300	جدول (2)
E (Gpa) Proportionc Limit (Mpa)	200	83	
تناسبي	240	140	

حل (Solution):

په شکل کې بنودل شوې FBD و بنې چې نوموړې میله یوځل ستاتیکي ناټاکلې سیستم دی.

یوه مجهوله قوه موجوده ده چې د ستاتیك دتعادلي معادلې څخه پیدا کیدای شي. نسبت A نقطې ته دمو منتونو مجموعه په میلوکې دقوو ترمنځ یوه رابطه ورکوي.

$$[\Sigma M_A = 0] \qquad 0.6 p_{st} + 16 p_{br} = 2.24(50 \times 10^3 \quad ....(a)$$

بله رابطه چې د قوو ترمنځ موجوده ده د میلو د شکل دالاستیکي تغیراتو څخه لاسته راځي.

$$\frac{\sigma_{st}}{0.6} = \frac{\sigma_{Br}}{1.6} \text{ or } \frac{1}{0.6.}\left(\frac{pL}{AE}\right)_{st} = \frac{1}{1.6}\left(\frac{pL}{AE}\right)_{Br}$$

$$\frac{1 p_{st.}(1)}{0.6(600)(200)} = \frac{1}{1.6}\frac{p_{Br(2)}}{(300)(83)}$$

لدې ځایه څخه $p_{st} = 3.61 p_{Br}$..........(b) د(a) او (b) مساوات دحلولو څخه په لاس راځي:

Pst =115KN

Pbr = 31.9KN

دتشنجاتو د محاسبه کولو په صورت کې لرو:

$$\sigma_{st} = \frac{p_{st}}{A_{st}} = \frac{115 \times 10^3}{600 \times 10^{-6}} = 192 \times 10^6 \, pa = 192 \, Mpa \ldots\ldots \underline{ans}$$

$$\sigma_{Br} = \frac{p_{Br}}{A_{Br}} = \frac{31.9 \times 10^3}{300 \times 10^{-6}} = 106 \times 10^6 \, pa = 106 \, MPa \ldots\ldots \underline{ans}$$

څرنگه چې دواړه تشنجات دمجازي تشنجاتو څخه لږ دي لذا ځوابونـه د منلو وړ دي.

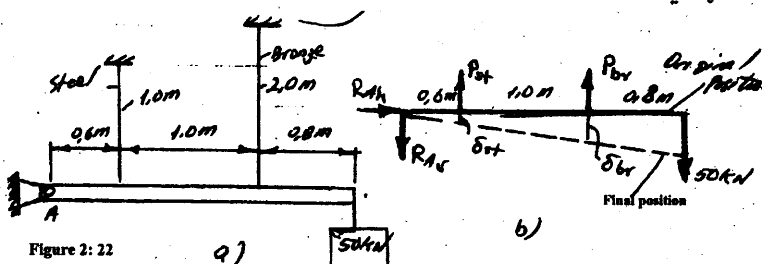


Figure 2: 22

22 -2 حرارتي تشنجات

(Thermal stresses)

دا ښه معلومـه ده چې پـه حـرارت کـې بدلونونـه د اجسـامو د انبسـاط یـا انقباض سبب کیږي دخطي تغیر شکل مقدار $\delta\tau$ د لاندی اړیکي په واسطه څرگندیږي. $\delta_\tau = \alpha L(\Delta T)$

دلته α دخطي انتشار (انبساط) ضریب دی L ـ اوږدوالي دی ΔT دحرارت تغیرات دي (په S i سیستم کې α واحد داندازه کولو (m/m.C°) سره ښودل کیږي د $\delta\tau$ او L قیاسي واحدات سره یوشان دي یعنې: m یا m m دي.

که چیرې یوحرارتي تغیرشکل مجازوي چې په ازاد ډول اجراشي لکه چې د توسیعي غوټو داستعمال په واسطه هیڅ ډول باریاتشنجات په ساختمان کې نه په سترگو کیږي لیکن په ځینو حالاتو (واقعاتو) کې داقابل اجرا(عمـل) نده چې حراراتي تغیر شکل ته دمجاز حق ورکړي شي ، نتیجه یې داده چـې

داخلي قوي توليد شويدي چې مقاومت يې کاوه هغه تشنجات چې د داخلي قوو په واسطه پيښ شوي دي د حرارتي تشنجاتو په نوم ياديږي.
يوجنرال پروسيجر دبارونو اوتشنجاتو دمحاسبه کولو لپاره هغه وخت پيښيږي چې کله حرارتي تغير شکل منع کوي اوپه لاندي مرحلو کې په ګوته شوي دي:
۱ ـ تصور وکړي چې جوړښت دتولو وار دو شوو قوو (بارونو پوري) اړه لري او دومره متشنج دي چې حرارتي تغير شکل ازادانه اجراکيدای شي . دغه تغيرشکل په يو سکيچ باندی موجوديت پيداکوي او د هغوی تاثير اواغيزه زياتيږي.
۲ ـ اوس داتصور وکړي چې څومناسب بارونه (قوي) په جوړښت باندي وار ديږي ددي لپاره چې دقيديو خاص حالت ته يې واپس کړي.
د(۱) مرحلي لپاره په سکيچ باندي دغه بارونه او ورته بار دتغير شکل نماينده ګې کوي .
۳ ـ دحرارتي او باريز تغير شکل ترمنځ هندسي اړيکي په سکيچ باندي داسي مساوات ورکوي چې که دستاتيك تعادلي معادلي سره يوځاي شي شوني ده چې دټولو ناپيژندل شوو (نامعلومو) کميتونو لپاره حل شي .
د لاندي او يوتيرشوي مثالونه ددي مرحلو چې دپرابلمونو په ډيرو مختلفو ډولونو کې اجراشوي دي نماينده ګي کوي.
سوال (Illustrative Problsem):
يوه پولادي ميله چې 2.5m اوږده ده د دوه ديوالونو ترمنځ ساتل شوي ده که چيري په ميله باندي بار په 20C° کې صفر وي تشنجات محاسبه کړي په هغه وخت کې کله چې درجه د حرارت 20C° ـ ته راولويږي دميلي (Rod) د عرضي مقطعي مساحت $1200mm^2$ دی $\propto = 11.7 \mu m/(m.c^{\circ})$
او ارتجاعيت مودول E=200Gpa دی فرض کړئ چې.
(a) ديوالونه سخت دي.
(b) - ديوالونه يو بل ته نږدی شوي دي او ټوله فاصله 500mm, 0 ده لکه څرنګه چې د حرارت درجه ولېږي.

حل (Solution):

(a) برخه (Part - a): تصور کوو چې میله د دیوال د ښی خوا څخه بیله شوې ده ورووسته لـه دې حرارتـي تغـیر شـکل ازادانـه صـورت نیسـي او د حرارت درجې ولیدل د عکسُ العمل نماینده ګي کوي چې په δ_τ سره ښودل شوې دي (شکل 2-23) د دې لپاره چې میله بیا د دیوال پورې ونښلول شي په ښکاره ډول یوې کششي قوې P ته اړتیا ده چې تر څو باریز تغیر شکل δ_p تولید شي د تغیر شکل د سکېچ څخه کتلې شو چې $\delta_\tau=\delta_p$
یا په معادله اصطلاح (Term) له دې ځایه لرو.

$$\propto (\Delta T)L = \frac{PL}{AE} = \frac{\sigma L}{E}$$

$$\sigma = E \propto (\Delta T) = (200x10^9)(11.7x10^{-6})(40) = 93.6x10^6 N/M^2$$

$$= 93.6 MPa.....Ans$$

په یاد باید ولرو چې L د تېرې (مخکې) معادلې څخه کتل شوې په نښه کوو چې تشنجات د میلې د اوږدوالي څخه مستقلانه دي.

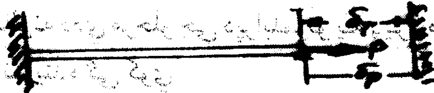


Fig 2:23...rigid wall

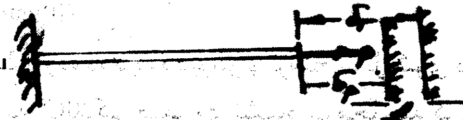


Fig: 2 - 24... Nonrigid wall

(c) برخه (part b): کله چې دیوالونه یو بل سره زیبښي (یو بل ته نږدې کېږي) (شکل ۲-۲۴) وښی چې ازاد حرارتي عکس العمل د بـارونو تغـیر شکل او د دیوالونو بهیدني (Yield of the walls) سره برابر دي له دې کبله

$$\delta_\tau = \delta_\rho + \text{Yield}$$

تغير شكل په معادل اصطلاح سره عوض كوو لرو چې:

$$\propto L(\Delta L) = \frac{\sigma L}{E} + \text{yield}$$

$$(11.7 \times 10^{-6})(2.5)(40) = \frac{\sigma(2.5)}{200 \times 10^{9}} + (0.5 \times 10^{-3})$$

$\sigma = 53.6$MPa......Ans له دې ځايه لرو چې

په ياد لرو چې د ديوالونو بهېدنه (Yield of the walls) د پام وړ تشنجات كموي او په همدې ډول د (a) برخې په شان د ميلې اوږدوالې نه دې كينسل شوې.

سوال:- يو سخت بلاك چې 12KN وزن لري د درې راډونو په واسطه چې په سمتريك ډول ځاى په ځاى شوي دي متكي دي لكه چې په شكل (2-25) كې يې ګورئ فرض كړئ چې بلاك افقي پاتې كېږي په هر راډ كې تشنجات هغه وخت پيدا كيږي چې كله د حرارت درجه 100F° ته لوړه شي د راډونو لاندينې انجامونه فرض شوي دي چې په يو ليول دى. په لاندې جدول كې وركړل شوې معلومات استعمال كړئ.

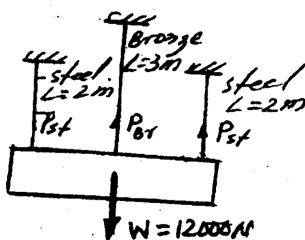


Figure 2: 25
Free body diagram

	Each steel Rod	Bronze - Rod
Area (cm^2)	0.8	0,1
E N/m^2	29 x 10^6	12 x 10^6
∝ (cm / cm F°	6. 5 x 10^{-6}	10 x 10^{-6}

حل (Solution):

د بار دلېريوالي سره (جدا كېدو سره) د راډ اصلي لاندينى موقعيت داسې دى لكه څنګه چې په Fig 2-26 كې ګورئ د رادونو سره چې د ټولو اجباري قوړ څخه خلاص دي د حرارت درجې پورته كېدل ممكن د حرارتي تغير شكل δt_{br} او δ_{tst} په پولادو او برونزو كې باعث شي. كله چې راډونه د سخت بلاك سره تماس لري وروسته له دې چې د حرارت بدلون واضح صورت ونيسي فرض كړئ د هغې نهايي افقي ليول د بنودل شوي په مثال وي. د دې لپاره چې هغوى د بلاك سره ونښلول شي موړ اړيو چې د هغې

منتشر شوي انجامونه کش کړو چې دا کار د هغوی د باریز تغیر شکل له لیارې یعنې δ_{st} او δ_{br} له لیارې د Pst او Pbr د بارونو په وسیله صورت نیسي په Fig 2-25 کې FBD د دې نماینده ګي کوي چې د قوو مساوي او مخالفې اغېزې د راډ په واسطه په بلاك باندې فشار مونډلې دی په F ig 2-26 کې ښودل شوې تغیراتو د شکل څخه مونږ لرو چې لاندې هندسي اړیکې د تغیر شکلونو تر منځ موجود دي.

$$\delta_{tst}+\delta_{st}=\delta_{tbr}+\delta_{br} \text{ or.....} (\propto L\Delta T)_{st}+(\frac{pL}{AE})_{st}=(\propto L\Delta T)_{br}+(\frac{PL}{AE})_{br}$$

د ورکړل شوي معلوماتو په وضع کولو سره لرو چې:

$$(6.5\text{x}10^{-6})(2)(100)+\frac{P_{st}(2)}{0.8(29\text{x}10^{6})}=(10\text{x}10^{-6})(3)(100)+\frac{P_{br}(3)}{1.5(12\text{x}10^{6})}$$

دغه مساوات په 10^6 کې ضربوو او ترمونه بیا ترتیبوو لرو چې:

$$\frac{8}{87}P_{st}-\frac{1}{6}P_{br}=1700.......(a)$$

$$[\Sigma Fy=0]....2P_{st}+P_{br}=12000.....(b)$$

د p_{st} او p_{br} تر منځ بله اړیکه د FBD په شکل (25 – 2) څخه ذکر شوې ده.

د (a) او (b) معادلې بیا حلوو:

P_{st} = 8700 N P

P_{br} = -5400N

د P_{br} لپاره منفي علامه دامعنې لري چې د P_{br} بار (Loads)فرض شوي ته مخالف عمل کوي داچې دبرونز میله عملا په فشار کې کار کوي باید داسې جوړه شوې وي چې د کړېدو مخه ونیسي. فشارونه (تشنجات) عبارت دي له: (کشش) ....

فشار...............................

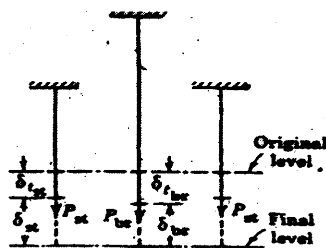


Fig 2-26...Deformations

$$[\sigma=\frac{P}{A}];\sigma_{st}=\frac{8700}{0.8}=11600\text{N}$$

$$\sigma_{br}=\frac{5400}{1.5}=3600\text{N}$$

سوال :

دتیر سوال معلومات پکار واچوي د حرارت لوړیدل معلوم کړي چې دټولو وار دوشوو بارونو چې پولادي راډونو په واسطه متکي دي دضرورت سبب کیږي.

حل (Solution):

په تیرو موضوع ګانو کې دري په ګوته شوي مرحلي پکاروو فرضوو چې بلاك د راډونو څخه خلاص (ډیله) شوي دي او ازاد څوړند دي (Fi g 2-27) اود حرارت پورته کیدل دخرارتي تغیرشکل δ_{tst} او δ_{tbr} باعث کیږي څرنګه چې برونزي راډونه هیڅ ډول بارنه انتقالوي دپولادي میلواخیرني لیول دبرونز دغیر متشنج منتشرشوي اوږدوالي سره مخالف دي که چیري راډونه په عین انجامي لیول باندي وي نو پولادي راډونه بایدد باریز تغیر شکل δ_{st} له لیاري لاړ شي چې د Pst په واسطه کش شوي ده چې هریوي ئ باید 6000N وي ددي لپاره چې دبلاك وزن ونیسي د 2-27 شکل څخه دتغیر اشکالوهندسي اړیکه عبارت ده له: $\delta_{tbr}=\delta_{tst}+\delta_{st}$

یاد مختلفو سمبولونو سره.

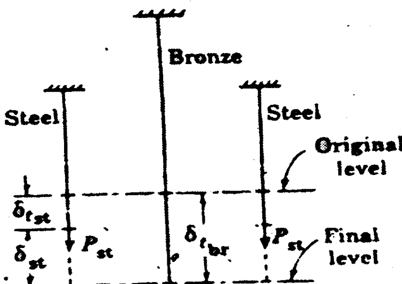
$$(\propto L\Delta T)_{br}=(\propto L\Delta T)_{st}+\left(\frac{PL}{AE}\right)_{st}$$

له دې ځاي څخه پیدا کوو چې:

$$(10\text{x}10^{-6})(3)(\Delta T)=(6.5\text{x}10^{-6})(2)(\Delta T+\frac{6000\text{x}2}{0.8(29\text{x}10^{6})})$$

$\Delta T = 30.5F^{\circ}$ ....Ans

Fig : 2-27 Bronge rad supporting no load



Summary لنديز

Axial loads cause uniform stress disfributon that is com-
Puted by $\sigma = P/A$ and elongation determired from $\delta = \frac{pL}{AE}$
Thermal stresses are computed by deter mining the
relationbetween the thitmal deformatons
$\delta T = \propto L(\Delta T)$

دریم څپرکی

۳ - په بیمونو کې عرضي قوې اومومنتونه

3- Shear and Moment in Beams

3-1 پیژندنه (Introduction):

د موادو په مقاومت کې بنسټیزه ستونزه دتغیر شکل او تشنجاتو تر منځ داړیکو معلومول دي چې دغه تشنجات اوتغیرشکل د واردشوو بارونو له امله چې په جوړښت باندې اغیزه کوي راپیداکېږي .

دکوږوالي د بارونو څیړنه او مطالعه دځینو واقعیتونو په بناء بشپړشوې ده چې بارونه ډول ډول دیوې مقطع څخه بلې مقطع ته بیم باندې اغیزه کوي دغه دبارونو اغیزه دعرضي قوو اوکوږ والي موءمنت بڼه ځانته اختیاروي چې کله کله ورته په Shear او Moment سره ترجیع ورکول کېږي دا به په 4څپرکې کې وښودل شي چې دوه ډوله تشنجات دبیم په متقاطع سکشن (Transvers Section) باندې عمل کوي:

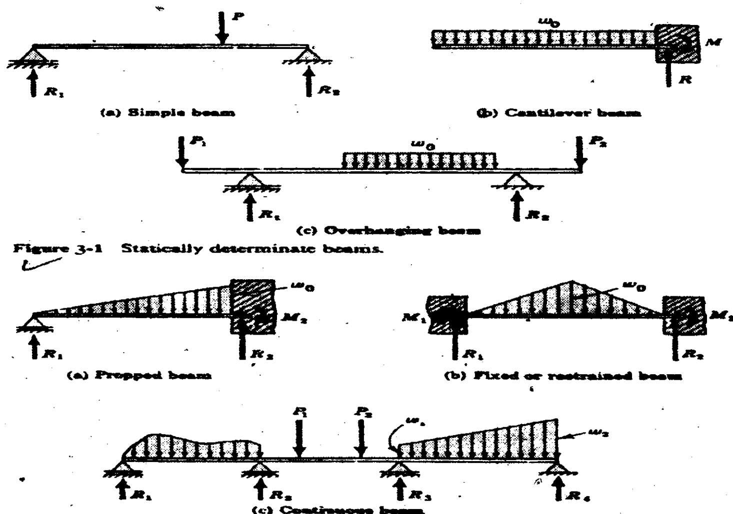
۱ _ د کوږوالي تشنجات چې دکوږوالي موءمنت سره مستقیما"بدلیږي

(2)_ مماسي تشنجات چې مستقیما" دعرضي قوې سره بدلیږي یعنې دعرضي قوې په تغیر سره پدې کې هم تغیر رامنځته کیږي. داتکاګانو میتودونه د بیمونو ځینو ډولونو په Fig 3-1 کې ښودل شوي دي دغه بیمونه ټول ستاتیکي ټاکلي سستمونه دي ، د هغوی عکس العملونه یاغبرګون مستقیما دستاتیك دتعادلي شرطونو په مرسته پیداکېږي داتکاګانو بله طریقه یامیتود په Fig 3-2 کې ښودل شوي دي چې دا ډول بیمونه ستاتیکي نا معلوم (نا ټاکلي) ستمونه دي چې د نامعلوم کمیت د پیدا کولو لپاره یوې اضافي معادلې ته اړتیاده چې دغه معادله دالاستیك تغیر شکل له مخې پیداکېږي. متمرکزه قوه چې په یوه ډیره کوچنې فاصله

چې په يوې نقطه سره فرض کيږي عمل کوي لکه چې په 1a - 3 شکل کې چې وينې. برعکس ويشلي بارد بيم پرپام وږ اوږدوالي باندي عمل کوي داکيداي شي چې په داخل دطول کې مساوي وثيلي وي لکه په 1b- 3 شکل کې او يا د اوږوالي په يوه برخه کې لکه په 1c- 3 شکل کې. ويشلي بارکيداي شي مساوي ډول ډول يانامساوي هم وي. په مساوي قسماقسم) (Uniformly Varying) بارونو کې دبارونو شدت (Intencity) زياتيږي اوياکميږي په يوثابت قيمت يااندازه لکه چې په 3-2a او 3-2b شکلونو کې چې ښکاري . دا حالت کيداي شي د اوبو دفشار څخه چې دبند) (dame په مخ (سطحه) باندي اغيزه کوي اويا د شګي دجمعه کيدوپه نتيجه کې رامينځته شي زوذنقه يي باريدنه چې په 2c– 3 شکل کې ليدل کيږي دمساوي ويشلي او نامساوي ويشلي.

(uniformly and nonuniformly load) دترکيب څخه متشکل دي.

همدارنګه باريددنه کيداي شي nonuniformly يعني غير مساويانه هم وي لکه چې د 3-2c شکل په چپه برخه کې چې پرسترګو کېږي چې دادشګو دبوجيو اتفاقي جمعه کيدلوپه صورت کې رامنځته کېږي.



(a) Simple beam

(b) Cantilever beam

(c) Overhanging beam

Figure 3-1 Statically determinate beams.

(a) Propped beam

(b) Fixed or restrained beam

(c) Continuous beam

Figure 3-2 Statically indeterminate beams.

۲:۳ عرضي قوې او د کوږوالي موُمنتونه
(Shear and Moment)

په 3-3a شکل کې یو ساده بیم د P متمر کزبار حامل اود R_1 او R_2 عکس العملونو پذریعه په تعادل کې ښودل شوي پدي وخت کې دبیم خپل وزن په پام کې نه نیول کېږي او یوازي دP متمرکزي قوي اغیزه په پام کې نیول کېږي فرضوو چې دقطع پلان a - a بیم د Xپه فاصله په دوه برخوویشي په 3-3b شکل کې دکیڼي برخي FBD (Free boddy diogram) وښی چې دباندیني واردشوي بار R_1 دي، د دې لپاره چې دبیم پدي برخه کې تعادل موجود وي دخیرني لاندي سکشن a- a-کې تارونه باید دمقاومت قوت ته رسیدګي وکړي یاهغه تیاري کړي اوهغه د دې لپاره ضروري دي چې د ستاتیك تعادل حالت یقیني کړي، په دی حالت کې داخلي بار عمود دی

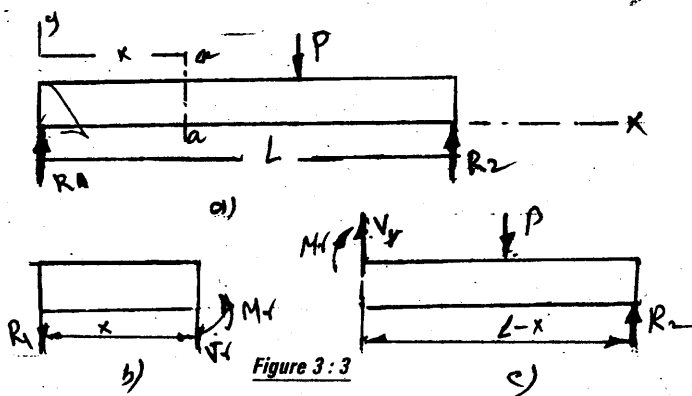


Figure 3 : 3

لهذا $\Sigma F_x = 0$ حالت (د x محور افقي دی) په اتوماتیك ډول یقیني دی.
ښي اوکیڼي برخو تعادل.
د دې لپاره چې $\Sigma F_y = 0$تعین کړو عمودي غیر توازون د R_1 په واسطه پیښیږي چې غواړي تارونه د a--a په سکشن (مقطع) کې د یومقاومت

قوه پیداکړي چې داد Vr په واسطه ښودل شوي ده اودمقاومت دعرضي قوي پنوم یادیږي دبار دښودلو لپاره Vr په حسابي ډول د R_1 سره برابره ده لاکن که چیري اضافي بارونه د a –- a سکشن او R_1 ترمنځ اغیزه کړي وي لکه 5-3او 3 - 6 شکلونو کې خالص عمودي بي توازونیي (کوم چې سره مساوي لیکن یودبل مخالف جهت لري نسبت دمقاومت عرضي قووته) ممکن نسبت عمودي اجزاو دمجموعي له مخي پیداشي. چې مونږ دغه خالصې عیر توازوني قوي په بیم کې دعرضي قووپه حیث پیداکوو داپه v سره مسماشویده اوممکن دعمودي مجموعي (Summation) له مخي پیداشي چې دسکشن په دواړو خواوباندي عمل کوونکي خارجي قوي دي . په ریاضیکي توګه عرضي قوه پلا ندي ډول افاده کیږي.

$V = \Sigma Fy_L ......3-1$ دلته L _ چپ معنی ورکوي اودا معني لري چې قوي (خارجي بارونه) چې دمقطع په چپه خواکې اغیزه کوي Vrدعرضي مقاومت قوه ده .

دکوږوالي دمومنت پیداکول:

Defination of Bending Moment

دکوږوالي مومنت نسبت مرکزي محور ته دټولو مومنتونو دمجموعي په واسطه چې نظر ټاکلي مقطع ښي اوچپ خواته پرتو بارونو (قوو) څخه چې په مقطع باندی عمل کوي لاسته راځي. اوپه ریاضیکي ډول په لاندي توګه افاده کیږي.

$$M = (\Sigma M)L = (\Sigma M)R........(3-2)$$

د مستقیم بروس کوږ والي

عمده مفهومونه:

دبروس کوږوالي دشکل هغه بدلون (تغیر) پنوم یادیږي چې دبروس په امتدادي انساجو (تارونو) او یا دمحور دپاسه دخارجي قوو او دموءمنتونو دتاثیرڅخه څرګندیږي . خارجي قوي په محور باندي عمودي او مومنتونه په هغه مستوي کې چې دهغي دمحور څخه تیریږي واقع دي .
که چېري قـوي او مومنتونـه پـه هغـه مسـتوي کـې چـې دوروستني نقطي او دبروس دعرضي مقطع دمتنـاظر محور څخـه تیریـږي واقـع وي پدي حالت کې دبروس کوږوالي دهموار کوږوالي پنوم یادیږي .
لیدل کیږي چـې دکوږوالـي (دشـکل دتغیـر) پـه تـرڅ کـې دبـروس پـه عرضـي مقطعو کې یویا دوه دکوږوالي مومنتونه (Mx.My) رامینـځ تـه کیـږي چـې پدي حـالت کـې نومـوړي کوږوالـي دمـایل کوږوالـي پنوم یادیږي زیـاتره پـه عرضي مقطعو کې په یو وخت کې دکوږوالي دمومنت سره یو ځای عرضـي قوي V یا (Q) هم پیداکیږي چې پدي حالت کې دبروس کوږوالي دعرضي کوږوالي پنوم سره یادیږي .
که چیري د کوږوالي مومنت په مقطع کې یوازي دداخلي قوو عـامل (فکتور) وي نـو پدي حـالت کـې نومـوړي کوږوالـي دخالص کوږوالـي پنوم یادیږي ، میلي اوبروس چـې زیـاتره دکوږوالـي پـه حـالت کـې فعـالیت ترسـه کوي دګادرونو پنوم سره یادیږي.

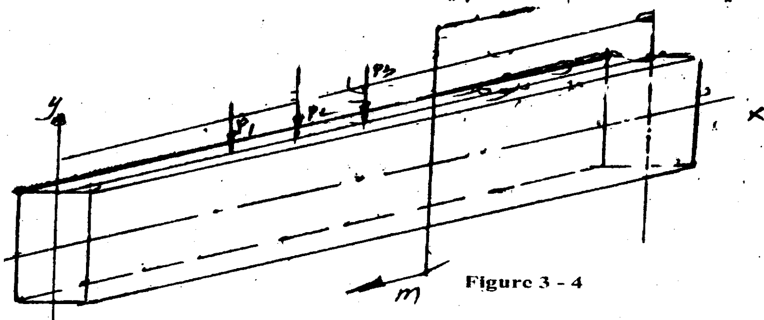


Figure 3 - 4

دهموار کوږوالي په هکله دلاندې

موضوعاتو څیړنه:

۱ ـ دګاډرونو (بیمونو) په مقطعو کې دپیداشوو دننه قوو څیړل .
۲ ـ دګاډرونو په مقطعو کې دننه قوو دویشلو دقانون بر قرارول .
۳ ـ دتشنجاتو دټاکلواو دګاډردمقطعو دټاکلو دپاره دفورمول نتیجه ګیري
۴ ـ دمستقیم اومنحني کوږوالي (دځاي تغیر) او دګاډر دتغیر زاویو مطالعه کول .

په لاندې شکل کې عرضي قوه او دکوږوالي مومنت څیړو .
فرضوو چې د A B ګاډرد p_1 او P_2 دباندینو قوو تراغیزي لاندي پروت دي دباندینۍ قوي دګاډر په تناسبي مستوي کې پرتي دي، نومورې قوي د ګاډر په مقطعو کې ددننه قوو دپیداکیدو سبب کیږي چې دپریکولو دطریقې په مرسته یې ټاکو.
د I1- مقطع د A داتکا څخه د x په فاصله لکه چې په مخکې یو شکل کې هم ښودل شوي ده جدا کوو چې پدي ترتیب ګاډر (بیم) په دوه برخوویشل کیږي دګاډرپري شوي ښۍ خواغورځوو او دکیڼي خوا (Lefstide) تعادل یې ګورو ذکر شوي تعادل به د باندینیو قوو (P_1 او V_A) او د I-I په مقطع کې دننه قوو تراغیزي لاندې وي دبلې خوا پدغه برخه کې دګاډر دښي او کیڼې خواو قوي عددي سره مساوي او دمخالف جهت لرونکي دي ددننه قوو محصله په هغه مستوي کي واقع ده چي لکه څنکه چې نوري قوي موقعیت

$$\Sigma fy = VA - Pl - Q = 0........(1)$$

$$\Sigma Mo = VAX - pl(X - a) - m = 0.....(2)$$

لري . د Y دمحور د پاسه دهغه مرتسم د Q او مومنت ئ د M دتوري له مخې ښاپیوچې د تعادل معادلې یې لاندې شکل لري.
دلومړي معادلې څخه $Q = V_A - P_1$ اود دوهمي معادلې څخه :

$$M = V_A . X - P_1 (X - a)$$

دننه قوې د Q قوې اوجوړه قـوې M تـه نقلـوو دټولـو قـوو دمحصلي مرتسم نسبت هغه محور ته چې دګاډر دمحور دپاسه عمود دي دعرضي قوې Q پـه نـوم يايږي ذکرشوي قـوه دټولـو قـوو دمرستمونو دالجبري مجموعـې سـره دمقطع ښي يا کيڼي خواتـه نسبت هغـه محور تـه چې دبيـم دمحور دپاسـه عمود وي اغيزه کوي مساوي ده د ټولو دننه قـوو دمحصلي مومنت نسبت دهغي دمقطع دثقل مرکزته چې دځيړني لاندي دي دکوږوالي مومنت M پـه نـوم ياديږي ذکرشـوي مومنـت د ټولودبـاندينيو قـوو دمومنتونـو دمرتسم دالجبري مجموعـي سره چې دمقطع په ښيي او يـا کيڼي خوا نظر دهغـي دثقل مرکز ته عمل کوي عددي مساوي دي . په مجموعي ډول مومنت پدي ترتيب افاده کيږي .

$$M = (\Sigma M)_L = (\Sigma M)_R \quad \text{.........}(3.2)$$

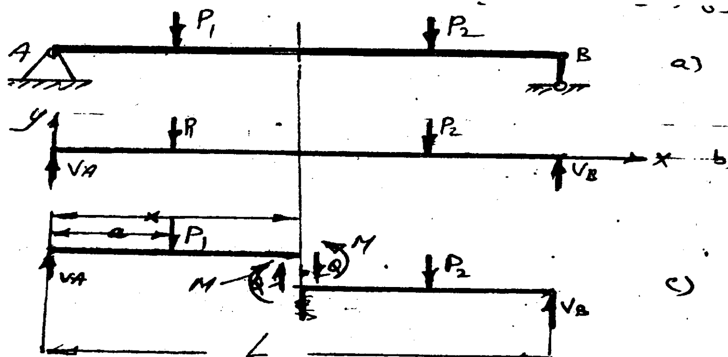


Figure 3 - 5

د عرضي قوو او کوږوالي مومنت
Sign of shear and bending Moment
د علامو ټاکل

که چیرې دمقطع (سکشن) دکیڼي خوا خارجي قوو جهت پورته لور ته اودښي خوا کښته لور ته وي نو عرضي قوه مثبته علامه لري او که چیري بر خلاف وي نومنفي علامه لري.

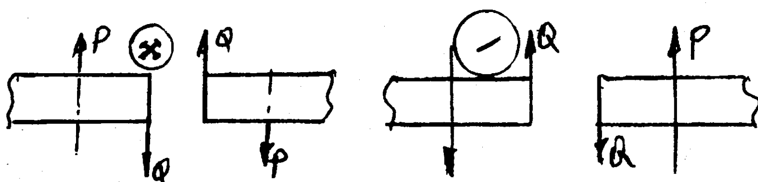
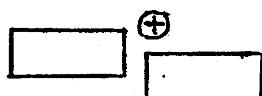
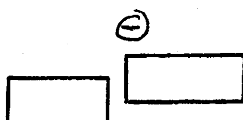


Figure 3 : 6

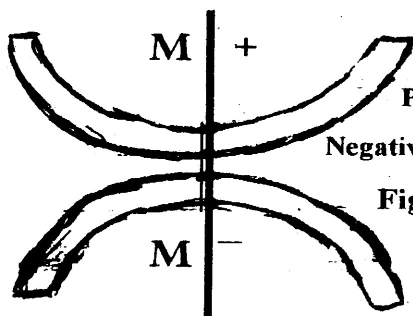


Fositive Shear



Megative Shear

که چیري مومنت ګاډر ښکته خوا ته کوږ کړي نود کوږوالي مومنت علامه مثبته ده او که چیري د مومنت ګاډر پورته کوږ کړي نو د کوږوالي مومنت علامه منفي ده.



Pisitive Bendeng moment

Negative Bending Moment

Figure 3 : 7

3-4 د کوږوالي مومنت او ویشلي بار دشدت ترمنځ رابطه (دژورافسکي قضیه)

Relation between bending moment and Distributed load Inteneity (Theorem of Juravski)

د AB ګاډر (بیم) شخه چې دتعادل په حال کې دي یوه کوچنۍ ټوټه چې اوږدوالي یې dx دی د A داتکا شخه د x په فاصله وښیو:

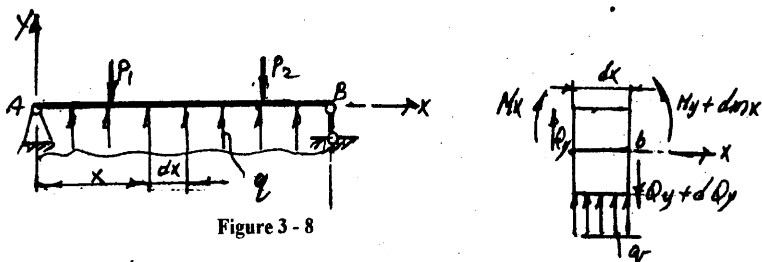


Figure 3 - 8

د dx په برخه کې بار مساوي ویشلي منوو ددي لپاره چې د dx کوچنۍ ټوټه دتعادل په حال کې پاته شي دګاډر په ښۍ او کیڼي خواو کې دننه قوي M او Q عوض کوو (کله کله عرضي قوه په V سره هم ښۍ) ممکنه ده چې قوي داسي قبولي کړو چې یوازي د X په فاصله پوري اړه ولري لکه چې په کوچنۍ برخه کې یوازي ویشلي بار اغیزه کوي Q (V) قوه د dx په برخه کې زیاتوالي حاصلوي او دښۍ خوا سره برابرېږي یعني Q + dQ او M د ښۍ خوا سره مساوي کیږي یعني M + dM پدي صورت کې دتعادل معادله لاندي شکل ځانته غوره کوي: لدي ځایه د q قیمت پلاس راوړو یعني:

$$\Sigma Fy = Q + qdx - (Q + dQ) = 0 \ldots\ldots\ldots 1$$

دمقطع په افقي محور باندي دعرضي قوي مشتق (دیفرینسیال) په همدي مقطع کې د ویشلي بار دشدت سره برابر دي.

$$q = \frac{dQ}{dx}$$

$$\Sigma M_{upward} = M + Qdx + q.dx.\frac{dx}{2} - (M + dM) = 0$$

$$Qdx + q\frac{dx^2}{2} = dM$$

په پورتنی معادله کې $qdx^{2}/_{2}$ د دوهم ترتیب معادلې یو ډیر کوچنی (لایتناهي کوچنی) کمیت دي ځکه نو دحسابولو څخه ئ صرف نظرکوو پدي صورت کې $Qdx = dM => Q = dM/dx$ چې دغه اخیرنی رابطه د ژورافسکي د قضیې په نوم یاده شوي ده . او داسي عبارت شویده : دد کوړوالي مومنت مشتق دمقطع په افقي محور باندي دعرضي قوي سره په مقطع کې مساوي دي .

تشریحي سوال:

په a 11- 3 شکل کې ښودل شوي گاډر لپاره دعرضي قوو او کوږ والي مومنت معادلي ولیکي او هم ئ دعرضي قوو او کوږوالي مومنت دیاګرامونه جوړ کړي .

حل (Solurion) :

دسوال دعکس العملونو (Reactions)دحسابولو څخه پیل کوو د تعادل شرطونه لیکو او لروچې:

$$\Sigma M_A = 0 => = 20.\frac{5^2}{2} + R_2.10 - 30./4 = 0$$

$R_2 = 67KN$

لدي ځایه څخه ....

$$\Sigma M_B = 0 => -RA:10 + 20.5(^5/_2 + 5) - 30.4 = 0$$

$RA = 63KN$

دنومورو قیمتونو کنتوول د $\Sigma F_{yi} = 0$ په واسطه اجراکوو

$$63 + 67 - 20.5 - 30 = 0$$
$$130 - 130 = 0$$
$$0 = 0$$

لذاعکش العمل یې درست پیدا شوې دی.

دبیم په هغه مقطع کې چې دباریدني حالت پکې بدلیږي دباریدني د بدلون دنقطي په نوم یادیږي په هغه ځایونو کې چې متمرکزه قوه عمل کوي د عرضي قوي په اپیور کې کې به ټکان رامینځته کیږي .

نوموړي نقطې د C.B.A او D په تورو سره په نښه کوو که چیرې د a- a
مقطع د AB ترمنځ په هغه ساحه کې وي خارجي یا دباندیني بارونه داسې
ښکاري لکه چې په 3-9 شکل کې یې ګورئ. عمودي عرضي قوې او د
کوږوالي مومنت پیداکوو او په نښه کوو چې هغوي یوځاي نسبت دباندیني
بارونو ته صورت نیسي.

$[V = (\Sigma(F_y)L] .V_{AB} = (63 - 20X)$ KN......(a)

$[M = (\Sigma M)_L]M_{AB} = 63 x - (20x)\ ^{x}/_{2}$

$= (63 X - 10 X^2)$ KNm........(b)

دغه معادلې یوازې د 0 او 5m ترمنځ د X قیمت لپاره د صدق وړدي چې
نوموړې فاصله د A او B ترمنځ واقع ده. د دې لپاره چې د B او C نقطو
ترمنځ عرضي قوې او کوږوالي مومنتونه پیداکړو پکار ده چې بله قطع اجرا
کړو لذا د b - b قطع اجراکوو هرچیرې چې د B او C ترمنځ وي د دې
لپاره Fig 3-10 وګورئ:

$[\nu = (\Sigma Fy)L]\ V_{Bc} = 63 - 100 = -37$ KN ....(c)

$[M=(\Sigma M)_L]\ M_{Bc}=63 X - 100 (X - 25) = (37 X + 250)$ KN.m ..(d)

د CD برخې لپاره عرضي قوو او کوږوالي مومنت معادلې په ورته ډول د
C-C سکشن (مقطع) له لارې چه په هره برخه د (C - D) کې اجراشي
لیکل کیږي خارجي بارونه چې دبیم په کیڼ لاس (خوا) عمل (اغیزه) کوي
په 3-12 Fig کې ښودل شوي دي له کومه ځایه چې مونږ لرو:

$[\nu =(\Sigma F_y)L]\ ;\nu_{cD} =(63 -100+67= +30$KN .....(e)

$[M =(\Sigma M)_L]\ M_{cD} =63x-100(x-2.5)+67(x-10)$

$=(30x-420)$ KN.m......(f)

په 3-12a Fig کې ښودل شوي C-C مقطع لپاره د MCD دورته متود
تذکر د هغو قوو په پام کې نیولوسره چې د سکشن یعنې ښي خواته پرتې
دي په لاندې ډول دي: په یاد مو وي چې هغه قوې چې ښکته خواته عمل
کوي منفي علامه رامینځته کوي نومونږ لرو چې:

$[M =(\Sigma M)_R]$ McD = (-3010 -x)=(30x-420)KN .m

په لنډ ډول ویلې شو چې مونږ V یوازې دخارجي قوو په پام کې نیولو سره
چې د څیړنې لاندې د هرې مقطع کیڼې خواته پرتې دي حساب ویلې شو

برعکس د کوږوالي مومنت دخارجي قوو په واسطه نسبت دواړو ښي او کيڼي خوا دسکشن ته نيول کيږي پام مو وي چې هغه قوې چې ښکته خواته عمل کوي او د کوږ والي مومنټ او عرضي قوو علامه چې کله خارجي قوې پورته خواته عمل کوي منفي علامه ويلې شو چې هغه قوې چې ښکته خواته عمل کوي منفي او پوته خواته عمل کوي مثبت فرض کړو.

نوټ : ځکه خو 9 , 3 – 10 , 3 – 12 , 3 – او 12a , 3 شکلونه پوازې دوضاحت لپاره استعمال شويدي.

تاسې ممکن ډېر زر د ورته ديا ګرامونو تصور مستقيما داصلي بيمونو د باريدنې څخه زده کړئ.

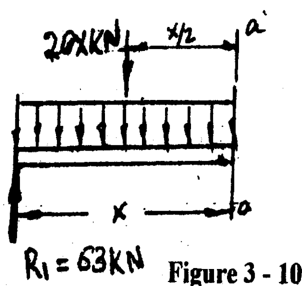
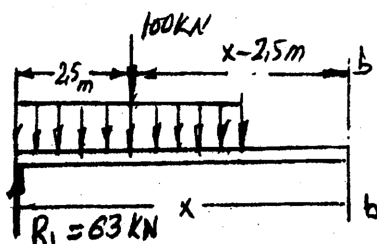


Figure 3 - 10



د عرضي قوې او موٴمنت دياګرام:

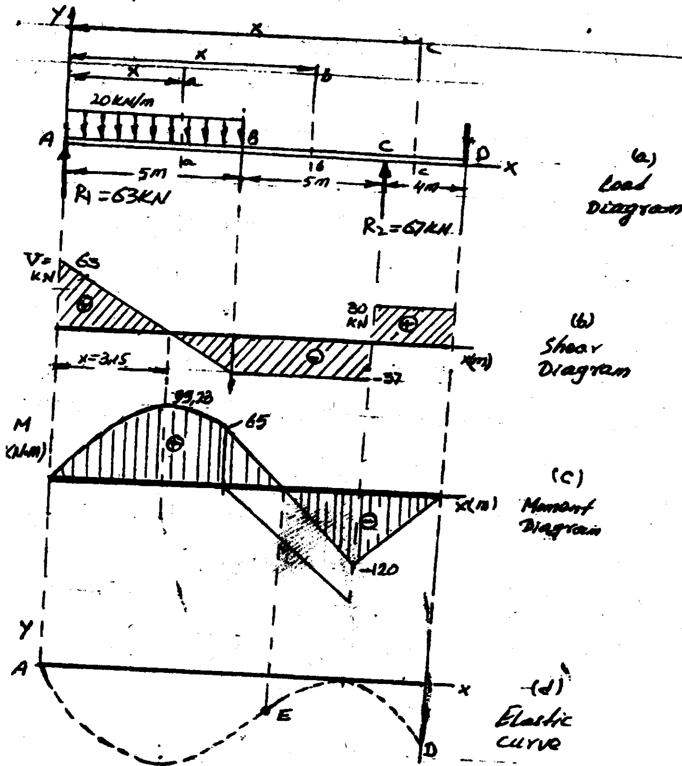


Figure 3.11.

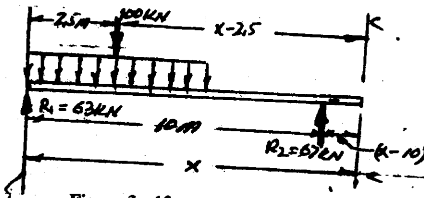


Figure 3 : 12

Figure 3 : 12 (a)

2-5 دعرضي قوو او کوږوالي موٴمنتونو د اپيورونو جوړول

Shear and Bending Moment Diagrams

اپيور هغه ګراف ته ويل کيږي چې دګادرپه اوږ دوالي کې دهغه عامل (فکتور = Factor) دتغير قانون چې مونږ ته غوره دي څرګندوي.

6 - 3 داپیور جوړولو پرلپسې توب

ګاډر په خپله خوښه پداسي يو حد کې پري کوو چې په هره يوه برخه کې دمومنت (M) دعرضي قوي Q (V)دتعير قانون تغيرونه خوري .

۱ ـ دعرضي قوو او کوږوالي مومنت لاسته راغلي قيمتونه دګاډر د محور دپاسه وضع کوو دار ديناتو سرونه يو دبل سره وصلوو چې په نتيجه کې اپيور په لاس راځي.

۲ ـ دعرضي قوي مثبت قيمت د محور دپاسه او منفي قيمت دمحور دلاندي وضع کوو او دمثبت او منفي علامي پکي په نښه کوو.

۳ ـ د کوږوالي مومنت منفي قيمت دمحور دپاسه او مثبت قيمت د محور دلاندي وضع کوو او يابرعکس خو دمثبت او منفي علامي پکي په نښه کوو

۴ ـ دمحور د پاسه عمودي کرښي کښل کيږي چې هريوخط په ټاکلي اندازه کې دعرضي قوي او دکوږوالي مومنت قيمت ښکاره کوي.

په لاندي شکلونو کې دګاډرونو لپاره دعرضي قوو او کوږوالي مومنت اپيورنو جوړولو ترتيب څرګندشوي دي.

۱ - د دې لپاره چې اپيورونه جوړ کړو لومړي دګاډر په اتکاګانو کې عکس العملونه پيداکوو. ددې کار لپاره اتکاګانو ته دمومنتونو مجموعه پيداکوو . اپيورونه معمولا دباريز دياګرام لاندې جوړيږي. دتير مثال لپاره نسبت د هغي دعرضي قوي او کوږوالي مومنت دياګرام يا اپيورونه په - 3-14, 3-15, 3-16, 17 شکلونو کې ښودل شوي دي. داعظمي مومنت قيمت د Xپه قيمت سره د X په پام کې نيولو سره دM_{AB} د يفرينشيال نيولو او دهغي دصفر سره مساوي کولو په واسطه ممکن پيداشي چې دغه نتيجه د V_{AB}معادله ده څکه نومونږ ګورو چې اعظمي مومنت په هغه ځاي کې دي چيرته چې عرضي قوه صفر قيمت لري د عرضي قوي او کوږوالي مومنت د بار دبدلون په نقطه کې د(a څخه تر e) پوري معادلو کې مخکې پيداشوي، ليکن داډيره ساده اواسانه او ډيره مستقيمه ده چې ددوي حسابي قيمتونه د Vاو M دبنستيز تعريف څخه د مشخص سکشن لپاره محاسبه شي ، دمثال په ډول د A او B ترمنځ هغه مقطع چې پکي عرضي

قوه Q (V) صفرقيمت لري داخکه چې (X) په فاصله هغه قوه چې ښکته خوا ته دبار دواريديدو په نتيجه کې چې 20KN/mدي بايد عمودي عرضي قوه چي 3KNده د A په نقطه کې موازينه برابره کړي چې بلانس وي. ځکه نولروچې $20X = 63$ يا $X = 3.15$ پدې صفري سکشن مومنت دکيني مقطع د قوو د مومنتونو نيولو په واسطه حسابيږي دغه قوي پورته خواته جهت لرونکي قوه $R_1 = 63KN$ او ښکته خواته جهت لرونکي قوه 63KN په خپل ترکيب کې لري چې باعث د دي کيږي چې دفشاري ويشيلي بار په طول کې ضروري ده چې صفري عرضي قوه توليد کړي دکوږوالي مومنت دتعريف څخه مونږ لرو چې په $X = 3.5m$کې ; $[M = (\Sigma M)L]$

$$m = (63)(3.15) - 63\frac{3.15}{2} = 99.23\ KNm$$

اخيرني دتقاطع نقطه په (4 - 10d) شکل کې ورکړل شوي ده د AEپه برخه کې بيم پورته خواته کوږ شوي دي او د Eاو D ترمنځ بيم ښکته خواته کوږ شوي دي چيرته چې بيم ښکته خواته کوږ شوي دي (کړوپ شوي دي) مومنت اپيور منفي علامه لري د E په نقطه کې چيرته چې بيم دپورته خواته کږيدو څخه ښکته خواته کږيدو په طرف بدلون مومي چې دانحراف دنقطي په نوم ياديږي او دصفرمومنت نماينده ګي کوي او ددي موقعيت دلاندي افادي له مخې پيداکيږي.

$$[M_{BC} = 0]\ -37x + 250 = 0 \Rightarrow x = 6.76m$$

مثال : دراکړل ګاډر لپاره د عرضي قوي او کوږوالي مومنت اپيورونه جوړ کړي .

حل (Solution):

۱ ـ لومړي اتکائ عکس العملونه پيداکوو

$$[\Sigma MA = 0];\ -RB.\ L + p.a = 0$$

$$R_B = \frac{p.a}{L}$$

$$\Sigma M_B = 0 : RA.L - p.b = 0; R_A = \frac{p.b}{L}$$

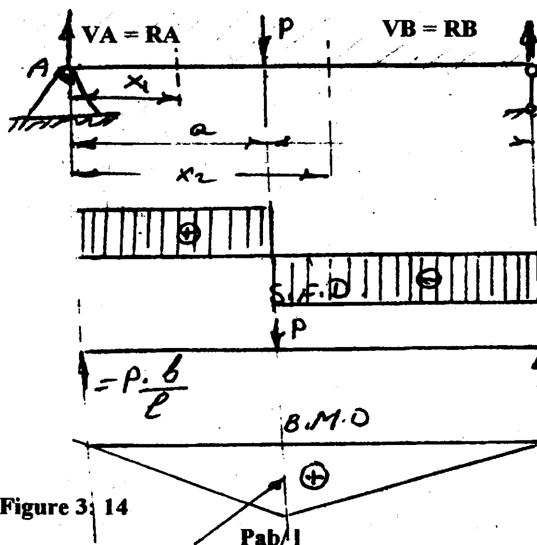


Figure 3: 14

۲ـ ګاډر په مناسبو برخو باندي ویشو او عرضي قوي پیداکوو او اپیـوریٔ جـوړوو ددي لپـاره لومـړي د Aاتکـا څخه د x_1 په فاصله پـه ګاډر کـې یـوه کیفـي مقطـع بیلوو او لرو چې:

$Q_{x1} = RA = \frac{p.b}{l}$

پورتنـی معادلـه دیومسـتقیم خـط معادله ده .

۳ـ د A دنقطي څخه د x_2 په فاصله یوه مقطع بیلوو د Qx قیمت کولـي شو پـه دوه طریقو سره پیداکړو دګاډر

$Q_{x2} = R_A - p = \frac{b.p}{l} - p = \frac{p.a}{l}$ ښی۔ یاکینه برخه غورڅوو ثبوتوو چې

د Q قیمت تغیر نکوي، فرضووچې ښی۔ خوا غور څوو:

اوپه بله خوا کې $Q_{x2} = -R_B = -\frac{p.a}{l}$

پورتني لاسته راغلـي معادلـه دمستقیم خط معادلـه ده د Qx_2 قیمت منفـي دي نو ځکه د P قیمت کیني خواته اپیـور دمحـور دپاسه دمستقیم خط پـه شـاني دمحور سره مـوازي ښکـاره کیـږي او د P د قـوي ښي خواتـه دمحـور دلاندي د مستقیم خط په شاني دمحور سره موازي ښکاره کیږي یعني د C په نقطه کې اپیوریو کږ لیچ لري دهغه مطلق قیمت P سره مساوي دي.

دکوږوالي مومنت اپیور جوړول

۱ـ د x_1 په مقطع کې دکوږ والي مومنت قیمت پیداکوو $M_1 = R_A.x_1$ پورتني معادله د a x_1 0 په محدودو شرایطوکې قرارلري که چیرې $x_1 = 0$

شي نوېدي صورت کې دکوړوای مومنت $Mx_1=0$ اود $x_1=a$ په صورت کې دکوړوالي مومنت $M=\frac{P.b.a}{L}$ دي لاسته راغلي قيمتونه د محور پورته اوښکته خواته وضع کوو او اردينات يې سره نښلوو.

۲ ـ X_2 په مقطع کې دکوړ والي مومنت قيمت پيداکوو ښه به داوي چې دګاډر ښي خوا تعادل او موازينه وګورو دلته $a \le X_2 \le L$ دي او

$$M_{x2}=R_B.(L-x2)$$

که چيرې $X_2=a$ وي نو نومووړی قيمت پخوا لا پيدا شوېدې او د $X2=L$ په صورت کې $Mx2=0$ دی د $X2=a$ په صورت کې .... $M_{x2}=R_B(L-a)=\frac{p.a.b}{L}$

لاسته راغلي قيمتونه د محور لاندې وضع کوو او حاصل شوي اردينات سره نښلوو چې په نتيجه کې يې اپيور پلاس راځي دنوموړي اپيور څخه معلوميږي چې $M\max\frac{P.a.b}{L}$ دي او د P داغيزې لاندې واقع دي.

مثال :

يو ګاډر د خارجي بار د اغيزې لاندې دی دعرضي قوو او کوږوالي مومنتونو اود هغوي اپيورونه جوړول غوښتل شوي دي.

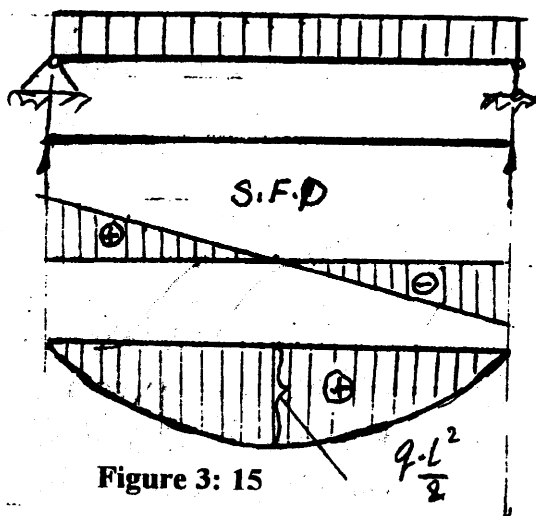


Figure 3: 15

۱ ـ اتکائي عکس العملونه لومړی پيدا کوو.

$$R_B=R_A=\frac{q.L}{2}$$

۲ ـ د عرضي قوې دپيداکولو لپاره د X دفاصلې په اندازه يوه کيفي مقطع بيلوو. $Q_x=R_A-qx$ دغه معادله ديومستقيم خط معادله له چې د $0 \le x \le L$ محدود شرايطو کې قرار لري.

که چېرې $X=0$ شي نو $Q_x=RA$ اوکه چېرې $X=L$ شي نو

$$Qx = R_A - q.L = \frac{q.L}{2} q.L = \frac{qL - 2qL}{2} = -\frac{a.L}{2}$$

$$M_{x1} = RA.X1 - q.X_1 \frac{x1}{2} = R_A.X_1 - q, \frac{X1^2}{2}$$

$$M_{x1} = q.\frac{L^2}{2} - q\frac{L^2}{2} = 0$$

۳ ـ د کوږوالي مومنت پیداکوو او اپیوریې جوړوو

دغه معادله دپارابول معادله ده چې د L x_1 a محدود شرایطو کې قرار لري که چیرې $X_1=o$ شي نو دکوږوالي مومنت به $M_{x1}=0$ شي که چېرې X_1 =L شي نو پدې صورت کې دکوږوالي مومنت

څرنګه چې دمنحنې د رسمولو لپاره دوی نقطې کفایت نکوي د دې خط رسمولو لپاره څلور نقطې نیسو: مربعوي پرابول په اخیرني حد یعنې په اکستریموم کې څیړو، چیرته چې عرضي قوه صفر ده یعنې $X_1=X0$ کې M = Maxm چې دغه قیمت مونږ ته د M لومړني مشتق پلاس راکوي.

$$\frac{dM}{dy_1} = \frac{qL}{2} - q.X0 = 0$$ د ښخه $Xo = \frac{L}{2}$ Mmax په لاندی توګه لاس ته راځي:

$$Xo = \frac{qL}{2q} = \frac{\tau}{2}$$

$$M\max = \frac{q.Xo}{2}(L - Xo) = \frac{q.L}{2}\frac{L}{2}(L - \frac{L}{2}) = \frac{q.L}{4}(L - \frac{L}{2})$$

$$M\max = q\frac{L^2}{8}$$

دوهم مثـال:

یوګادر چې دخارجي قوې P په واسطه تر اغیزې لاندې دې د دیوال سره کلک نښتـې دی راکړل شوي دي عرضـي قـوه او دکوږوالـي مومنـت یـې پیداکړئ او هم یې اپیورونه جوړکړئ.

حل: لومړی یې اتکایي عکس العملونه پیداکوو د دې لپاره لروچې:

$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow -P.L + M_A = 0$$

$$M_A = P.L$$

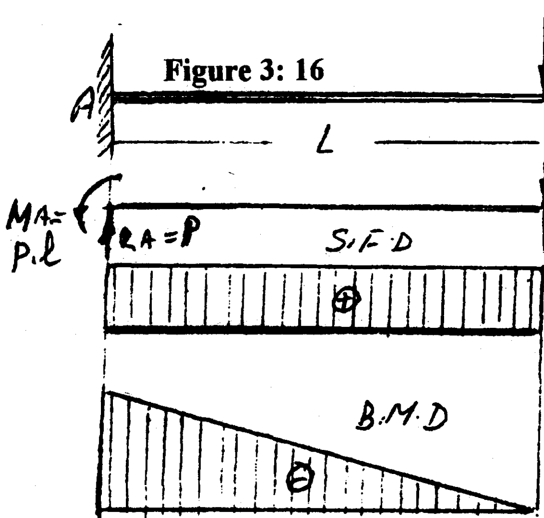
$\Sigma MB = 0 => RA L - MA = 0$

$$RA = \frac{MA}{L} = \frac{PL}{L}$$

$RA = P$

د دې لپاره چې عکس العملونه مونږ درست یاغلط پیداکړي دي کنترول اجراکوو د دې لپاره د ټولو قوو د مرتسمونو مجموعه د Y په محورپیداکوو او لرو چې: $\Sigma y = 0\ RA - P = P - P = 0$

۲ ـ عرضي قـوې پیداکوو او اپیرونـه يې جوړوو. څرنګه چـې دګاډر پـه اخیرني او لومړنـي سرد P قـوه تـاثیر کـوي نـو ځکـه د ګاډر پـه اوږدوالـي کـې عرضـي قـوه ثابته ده $Q = P$



۳ ـ د کوږوالـــي مومنت دپیداکولو په خاطر دغوټي څخه د X دفاصلې په اندازه یوه کیفي مقطه بیلوو : $Mx = MA + RA.Z$

X قیمت د 0 او L په شمول د دوی ترمنځ واقع دی یعنې $0\ X\ L$ دی که چیرې $X = 0$ شي نو مومنت $Mx = -MA = -PL$

او که چیرې $X = L$ شي نو مومنت $Mx = -MA + RA.L = -PL + P.L = 0$

لاسته راغلي کور دینات سره نښلوو د مومنت اپیور په لاس راځي.

مثال:- یو ګاډر چې دجوړه قوو (m) ترتاثیر لاندی اوپه دوه اتکاګانو بـاندې ولاړ دی لرو. عرضي قـوې اودکوږوالي مومنتونه یـې پیداکړئ او هـم یـې اپیورونه جوړ کړئ.

حل (Solution):- دمثال حل دعکس العملونو دپیداکولو څخه پیل کوو د دې لپاره نسبت Aاو B اتکاګانو ته د مومنتونو مجموعه چې مساوي صفر کیږي حسابوو لرو چې: $\Sigma M_A = 0 \Rightarrow - R_B.L + m = 0$

لدې ځاي څخه $R_B = m/L$

او $\Sigma M_A = 0 \Rightarrow -R_A.L + m = 0$

لدې ځاي څخه $R_B = m/L$

کنترول: $\Sigma Y = 0, m/L + m/L = 0$

۲ ـ عرضي قوی پیداکوو او اپیوریې جوړوو، څنګه چې دګاډر سرونو کښې یوازې m/L تاثیر یا اغیزه کوي نو څکه دعرضي قوو قیمت دګاډر په اوږدوالي کې دتل لپاره ثابت دې یعنې $Q = m/L = const$

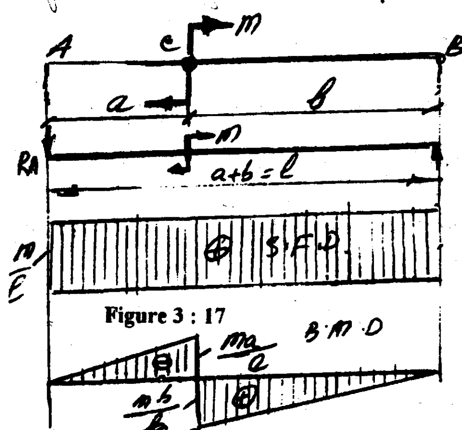


Figure 3 : 17

۳ ـ دکوږوالي مومنتونه پیداکوو او اپیورونه یې جوړوو: د دې لپاره د A داتکا څخه د X_1 او X_2 دفاصلو په اندازه مقطع بیلوو چې د AC او CB برخو ترمنځ واقع دي. $Mx_1 = -R_A.x_1 = -(M/L\ x_1$ پورته معادله د پرابول معادله ده چې د $0 < x_1 < a$ محدود شرایطو لاندې واقع دي. که چیرې $X_1 = 0$ شي نود کوږوالي مومنت به دصفر په نقطه کې چې عبارت د A نقطې څخه دې صفر شي یعنې

$M_{X1} = -m/L.\ 0 = 0$

او که چیرې $X_1 = a$ شي نو دکوږوالي مومنت به $M_{xi} = \frac{m}{2}a$

د دوهمې مقطع لپاره دغه معادله دمستقیم خط معادله ده چې 0 x2 L دی که چیرې $X_2 = a$ وي نود کوږوالي مومنت به $Mx_2 = Rx_2 = (m/L)\ a$ وي که چیرې $X_2 = L$ شي نود کوږوالي مومنت به $M_{x2} = 0$ شي.

مثال

په لاندې ورکړي شوي (18 - 3) شکل کې دګاډرلپاره دعرضي قوی اوکوږوالي مومنتونو معادلي وليکي او همدارنګه دعرضي قوي او کوږوالي مومنتونو اپيورونه جوړ کړئ.

حل :

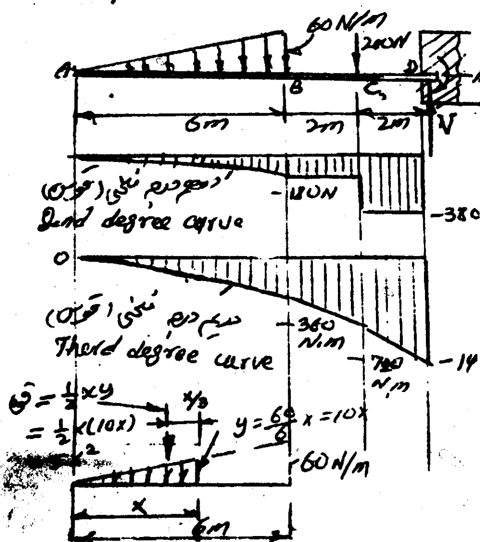


Figure 3 : 18

دمثال حل دعکس العملونو دپيداکولوځخه پيل کوو چې د دې لپاره د Fig-3-19 Load diagram يعني دبار دياګرام رسموو او له هغې ځخه د عرضي قوو او کوږوالي مؤمنت مساوات ليکل اسانه دي يعنې:

$\left[V=(\Sigma Fy_L)\right], V_{AB}=-5x^2$ (N);

$[M=(\Sigma M)_L], M_{AB}=$ $-5x^2(x/3) = -5/3x.^3$N.m

وروسته له Bځخه دمثلثي بار محصله قوه (چې ددې مساحت سره برابره ده او د 1/2 (60)(6) =180N په قيمت ثابته ده دمثلثي دياګرام يا دمرکزله لياري چې د Aدنقطي ځخه د 4m په فاصله عمل کوي د BC دساحې لپاره چيرته چې X د 6 ځخه تر 8 متروپوري تغيرمومي ځکه نومونږ لروچې (-3 20 شکل وګورئ).

$[V=(\Sigma Fy_L)]; V_{AC}= -180$N

$[M=(\Sigma M_L)]M_{BC}= -180(x-4) = (-180x720)$. N.m

د C او D ترمنځ مقطع لپاره (Fig 3-21)چيرته چې Xد 8 ځخه تر 10متروپوري بدلون مومې لروچې:

$[V=(\Sigma Fy)_L], V_{CD} = -180x200=-380$N

$[M =(\Sigma M)_L]$ $M_{CD} = -180(x-4) 200(x-8) = (-380+2320)$ Nm.

دعرضي قوې اوموٌمنت معادلې دعرضي قوي اومومنت دیاګرام کې لکه چې په 21= 3شکل کې یې ګورئ ښودل شوې دي د D په دیوال کې دیاګرام صفر ته راګرځي پدي معني چې دعرضي قوی او مومنت عکس العملونه په دیوال باندي زور راوړي مشاهده کیږي چې أعظمي عرضي قوه او د کوږوالي اعظمي مومنت تل دسخت محکم (Cantilever beam) یوبیم په انجام کې وي . پدي قاعده کې یوه استثنا موجوده ده که چیرې ځینې بارونه پورته خواته عمل کوي او ځني نور لاندي خواته عمل کوي په یاد مو وي چې همدارنګه دمومنت معادله M_{CD} ضروري نده چې د D په نقطه کې د کوږوالي مومنت حساب شي اودامستقیما" دلاندي افادي په واسطه پیداکیداي شي.

$$M=(\Sigma M)_L = -180(6)-200(2)=1480 N.m$$

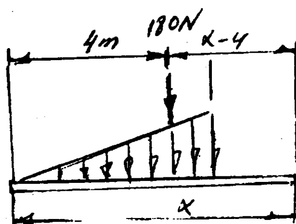


Figure 3 : 20

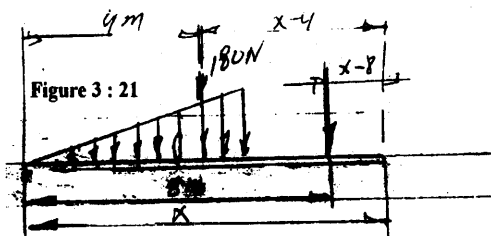
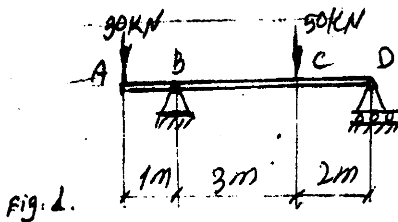


Figure 3 : 21

مسائل :(Problems)

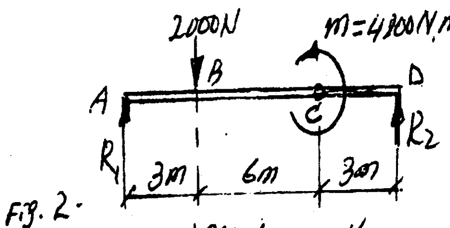
په لاندي سوالونو کې دبیمونو لپاره دعرضي قوو Shear Force او کوږوالي مومنت Bending Moment معادلې ولیکې په هربیم کې وګنې چې X دبیم د چپ خواڅخه اندازه شوي فاصله ده همدانګه په ټولو بار شوو نقطو(ځایونو) کې د عرضي قوو دبدلون او چرته چې عرضي قوه صفر ده نقطو کې قیمتونه مشخص کړي او دعرضي قوو او کوږوالي مومنتونو اپیورونه جوړکړي په هربیم کې دهغې د شخصي وزن څخه صرف نظر وکړي.



۱ ـ په شکل کې چې بیم ځرنګه بار شوي دي ښودل شوي دي .

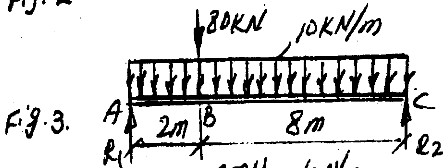
ځواب: $Q_{CD} = -24KN$

$M_{CD}=(-24x+144)KN.m$



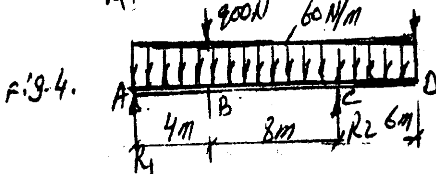
۲ ـ په شکل کې دبیم باریدل ښودل شوي دي.

ځواب : $M_{CD}=(-100x+120)N.m$

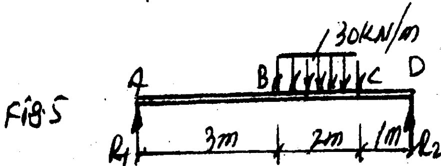


۳ ـ د بیم بار یدل په شکل کې ښودل شوي دي.

ځواب: $M_{BC}=(5x^2+34x+160)$ MN.m

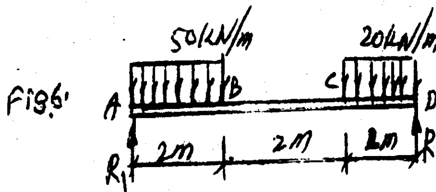


۴ ـ دبیم باریدل په شکل کې ښکاري .



۵ ـ دبیم شیما ښودل شوي ده په شکل کې .

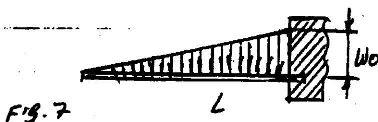
ځواب: Mmax =66.7K.N.m

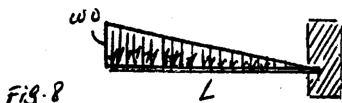


۶ ـ دبیم نماښودل شوي ده په شکل کې .

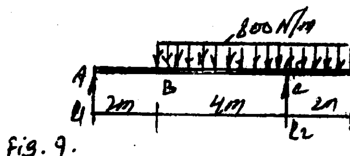
ځواب: Mmax =81 .0KN .m

۷ ـ يو كنسولي بيم له يوطرفه سخت محكم شوي دي پـه شـكل كښې د هغه بـار يـدل پـه ګوتـه. شوي دي.

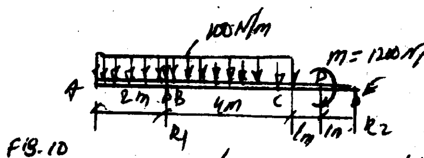




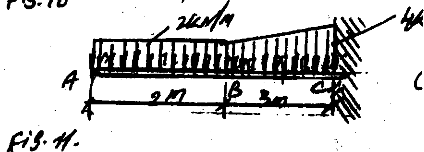
۸ يوكنسـولي بيـم لـه يـو طرفـه سـخت محكـم شـوي دي ويشيلي بار wo لاندي دي چې بـالاخره wo صفر تـه كميږي بيم په هغه برخه كې محكم شوي دي چي wo يكې صفرده.



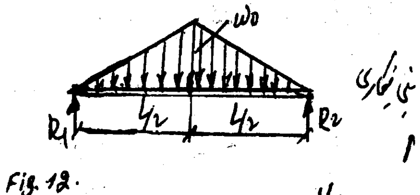
۹ ـ لكه چې پـه شـكل ګوري بيم بارشوي دي.



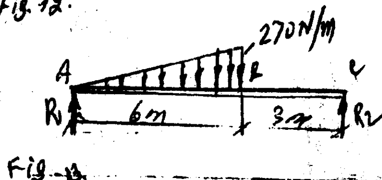
۱۰ ـ لكه چې په شـكل ئ ګوري بار مساوي ويشلي عمل كوي.



۱۱ ـ لكـه چـې پـه شـكل كـې ګوري دبيـم غوښتـل شـوي قيمتونه پيداكړي.



۱۲ ـ بيـم مثلثـي بـار انتقالوي په شكل كې ښكاري.



ځواب: Mmax =woL2/12

۱۳ ـ په شكل كې ښودل شوې بيم بار شوي دي.

3-6 داپیور د درستوالي کنترول :(Control of Diagram)

۱ــ د کوږوالـي مومنـت پـه هغــه ځاي کــې چــې $Q = \frac{dM}{dX}$ د اکستریموم قیمت لري او په هغه ځاي کې چې عرضي قــوه Q (V) دمحور سره قطع کوي او یا خپله علامه بدلوي د Mmax او Mmin قیمتونه لري یعني که چیري د عرضي قوی قیمتونه دمثبت څخه منفي ته تغیر وخوري دکوږ والي مومنت Mmax قیمت لري او که چیږي دعرضي قوي قیمت دمنفي څخه مثبت تـه تغیر وخوري د کوږوالي مومنت Mmin قیمت لري اوکه چیري عرضي قوه دګاډر دمحور سره بیخي قطع ونه کړي عرضي قوه به Qmin اود کوږوالي مومنت M_B به اعظمي قیمت ولري.

۲ــ د ګاډر په هغه برخه کې چې دعرضي قوی اپیور مثبت دي دکوږ والي مومنت M_B لوئیږي اوبرخلاف که دعرضي قوی اپیور منفي وي د کوږوالي مومنت M_B کوچنی کیږي.

۳ ــ که چیري دګاډر په کومه یوه برخه کې ویشلي بار q یا (w_0)وجود ونلري په هغي برخه کې دصفري قوې اپیور دګاډر دمحور سره موازي یوه کرښه رسمیږي اودکوږوالي مومنت M_B اپیور دمحور سره دمایل خط په شاني رسمیږي.

۴ــ که چیرې ګاډر کنسول ولري اویوازي په دي برخه کې په جوړه مترکزه قوو (مومنت) بـاندي بـار شوي وي د عرضي قوې Qاپیور دصفر قیمت لري یعني دمحور په اوږدوالي کې منطبق کیږي او دکوږوالي مومنتM_B د اپیور قیمت ثابت دي چې دګاډر دمحور سره دیومستقیم موازي خط په شاني دهغي دقیمت په اندازه رسمیږي نوموړي برخه د خالص کوږوالي په نوم یادیږي.

۵ــ که چیرې دګاډر په کومي یوي برخه کې ویشلي بار (q) وجود ولري نو دعرضي قوې Q اپیور دګاډر دمحور سره مایل خط جوړوي اود کوږوالي مومنت M_B اپیور دیو مربعوي پارابولي خط په څیر معلومیږي او دهغي خط خوا ته ګاډر کږوي چې دمساویانه ویشلي بار جهت هغي خواته وي.

۶ ــ د متمرکزې قوې د تـاثیر څخه د عرضي قوې Q اپیور د توپ شکل لري چې مطلق قیمت یې د دې قوې سره مساوي دی، او د کوږوالي مومنت M_B اپیور د یو مات مایل خط شکل لري او هغي خوا تـه جهت چې کومې خوا ته د قوې جهت وي.

۷ ـ متمرکز مومنت M د عرضي قوې په اپیور او قیمت باندې اثر نلري او د دې مومنت څخه دکوږوالي مومنت اپیور دتوپ شکل حاصلوي د توپ جهت د متمرکز مومنت دجهت څخه تاکل کیږي.
۸ ـ که چیرې ګاډر په دوه اتکاو باندې واقع وي او کنسول و نلري نو په اتکا کې د کوږوالي مومنت M_B اپیور صفردی او که چیرې په سرونو کې یې متمرکز مومنت نه وي نو دغوتې (زادیلکا) مومنت اپیور هم صفر دي.

۷ - ۳ ډیر وایه لرونکي معین ستاتیکي ګاډرونه مفصلي او کنسولي ګاډرونه

په ساختماني پراکتیك کې دیوې وایه لرونکي ګاډرونو دڅیړنې په لړ کې په پراخه اندازه ډیر وایه لرونکي معین ستاتیکي ګاډرونه استعمالیږي نوموړي ګاډرونه د خپل جوړښت له مخې دیوې وایه اوکنسولي ګاډرونو سلسله چې په خپلو منځونو کې سره دمفصلونو په مرسته نښتي دي غوره کوي.
د داسې ګاډرونو د طرحه ریزۍ او محاسبه کولو زیاتې مفصلي مسئلې

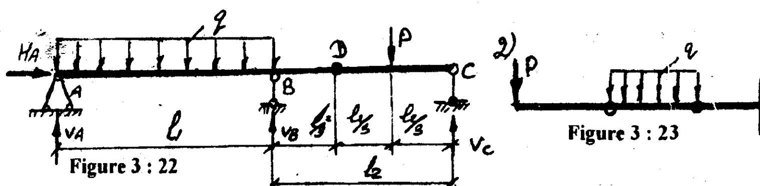


Figure 3 : 22
Figure 3 : 23

ساختماني میخانیك په کورس کې مطالعه کیږي، دلته د Qy، Qx او Mx اپیورونو ترتیبول ګورو چې په دوه لارو یې اجرا کولی شو.
۱-- لومړی اتکایي عکس العملونه پیدا کوو د دې لپاره د تعادلي معادلو له استعمال څخه کار اخلو، څرنګه چې د ستاتیك د تعادلي شرطونو څخه د لاس ته راغلو دریو معادلو نه پرته د منځنیو مفصلونو په اندازه یوه اضافي معادله په دې شرط جوړ وو چې په مفصل کې د کوږوالي مومنټ د هغه سره مساوي شي.
(مفصل په کږیدو کې مقاومت نه لري، نو ځکه په هغه کې مومنټ نه پیدا کیږي).

مثلا د لومړي نمبر ګاډر لپاره دغه عمليه په لاندې ډول اجرا کوو:

$$\Sigma Y = 0 => H_A = 0$$

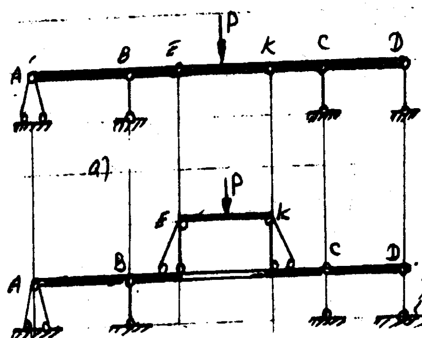
$$[\Sigma M_A = 0].qL_1\frac{L_1}{2} - V_B.l_1 + P(L_1 + \frac{2L_2}{3}) - V_C(L_1 + L_2) = 0$$

$$[\Sigma M_B = 0] - q.L_1\frac{l_1}{2} + VA.L_1 + P\frac{2L_2}{3} - V_c.L_2 = 0$$

$$[\Sigma M_B = 0]P.\frac{L_2}{3} - V_c.\frac{2L_2}{3} = 0$$

د کنترول لپاره د Y له معادلې څخه ګټه اخلو $\Sigma Y = 0$

II– له دې نه وروسته کولی شو چې د داخلي قوو فکتورونه تعين او د هغوی اپيورونه جوړ کړو نوموړې طريقه که چېرې د وايو شمير د دوو څخه زيات وي غير مقعوله طريقه ده ځکه چې په دی حالت کې د اتکايي عکس العملونو د ټاکلو په وخت کې په هره يوه معادله کې د يو څو مجهولو سره يو ځای د معادلې ستتم حلول پيښيږي لدې کبله په پراکتيک کې د داسې ګاډرونو محاسبه کول دطبقه يي يا محاسبوي شيما ګانو د ترتيبولو په مرسته چې د ګاډر فعاليت ښکاره کوي ترسره کيږي مثلاً"د AD ګاډر د دريو وايه ګاډرونو څخه جوړ شوي دي که څه هم منځني ګاډر E K په د وو اخيرنيو سرونو باندي څوړندي دي هغه خپل بار په مستقيم توګه په ځمکي باندي راولي نو ځکه دهغي فعاليت په راتلونکي توګه تصور کولي شو (b شکل) د E او K مفصلونه د دوهم ترتيب مشابه اتصال دګادري مفصلي غير متحرکې اتکا په شانې عوض کيږي.



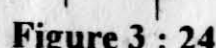
دګاډر طبقه ئ شيما د دې امکان راکوي چې د هر يو ساده ګاډر محاسبه کول په جدا ګانه توګه د پورتنۍ طبقې څخه پيل کيږي او په لاندې ګاډر باندي د پورتنې ګاډر داتکاد فشاري قوې (فشاري قوه داتکا د

عکس العمل د قوې د مودل او برخلاف جهت سره مساوي ده) په حسابولو سره صورت نیسي دطبقه ئ شیماگانو د جوړولو په وخت کې د مفصلي کنسولي گاډرونو اجزاوي پدي توگه.یو له بل څخه توپیر کیږي.

۱ـ اساسي گاډر خپل بار په ځمکي باندې په مستقیم ډول او په غیرمستقیم ډول د دوو مفصلي اتکاو او یا د سختي اتکا په مرسته راولي.

۲ ـ انتقالي گاډر خپل بار په مستقیم ډول د دیوال په منځ باندي دیوي گاډري مفصلي اتکا او دیوساده استوانه ئ مفصل څخه په گاونډي (اساسي، انتقالي) گاډر باندي راولي.

۳ ـ ځوړند گاډر خپل بار د مفصلونو څخه په گاډنډیو گاډرونو باندي راولي.


Figure 3 : 24

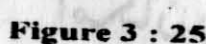
مثلا" هریو جدا غوره شوي گاډر ځانته بې تغیره هندسي او ستاتیکي معین سستم غوره کوي د محاسبي په وخت کې دلومړي نمبر گاډر داتکائ میلو سره څلور نور گاډرونه ورزیاتوو دگاډر د محاسبه کولو ترتیب په شکل کې ښودل شوي دي.

مثال:

نوموړی مثال د تیرې طریقې له مخې حلوو.

۱ ـ طبقه یې شیما جوړوو او د گاډر د محاسبه کولو ترتیب وښیو.

۲ ـ د پورتني (۱) گاډر لپاره اتکایي عکس العملونه ټاکو او اپیوریې جوړوو.


Figure 3 : 25

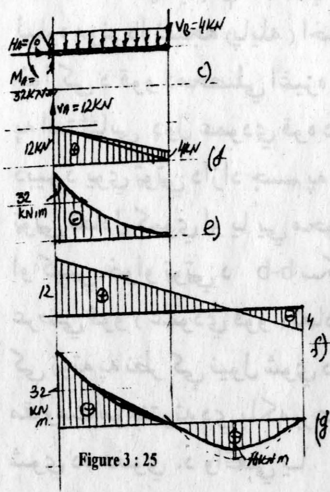
۳ـ لاندیني گاډر د راکړل شوي بارنه برسیره د گاډر په منځ کې د اتکایي فشاري قوو باندی باروو او اتکایي عکس العملونه یې ټاکو او بیایې اپیور جوړوو

۴ ـ ټولو اپیورونه د مفصلي کنسولي ګاډر په عمومي محور باندی په یوې معلومې اندازې کښې راوړو.

$$\Sigma Xi = 0 \qquad H_B = 0$$

$$\Sigma M_B = 0 - q.\ \frac{4^2}{2} + V_c\,.\,4 = 0 \Rightarrow V_c = 4KN$$

$$\Sigma M_c = 0\ q.\ \frac{t^2}{2} - V_B.\,L = 0$$



دقیمت د وضع کولو وروسته پلاس راوړو:

$$V_B = 4KN.$$

اوس دګاډر کینه برخه څیړو:

$$\Sigma x = 0.\ H_A = 0$$

$$\Sigma MA = 0.\ MA - q.\ \frac{L^2}{2} - VB.L = 0$$

لدې ځای څخه MA =32KN.m

$$\Sigma M_B = 0$$

$$-VA\,.L = q\,.\ \frac{L^2}{2} + MA = 0$$

لدې ځای څخه VA =12KN

۳:۸ د عمودي قوو او کوږوالي مومنت مفهوم

Interpretaion of Vertical Shear And bending Moment

په 3-26 شکل کې ښودل شوي بیم یا ګاډر مساوي ویشلي بار لکه د متمرکز بار په شان انتقالوي دb-b سکشن په کینه برخه کې هر عمل کوونکي بار خارجې اغیزه په جداګانه توګه په C, b او d برخو کښې ښودل شوي ده پدې هر یو شکلونو کې دوار د شوي بار اغیزه دڅیړني لاندې برخې ته د مساوي جوړو په زیاتولو سره انتقال شوي ده بلکه ښودل شوي قوې مخالف جهت لرونکي دي په نوموړي سکشن کې لکه چې دشکل په ښي خوا کې ښودل شوي ده او د نوموړي سکشن څخه یوه قوه کمه او جوړه قوه

ورسره جمع کوو. د جوړه قوو مومنت د کوږوالي مومنت سره برابر یا مساوي دي لکه څنګه چې په ترکیبي شکل (e) کې ښودل شوي دي د څیړنې لاندي سکشن په یوي خوا کښي د بارونو اغیزه د قوو هغه سستم ته کمیږي د کومه چې عمودي قوو(عمودي عرضي قوې) مجموعه او جوړه یوسستم جوړوي چې الجبري مجموعي یې دکوږوالي مومنت دي. ددي لپاره مونږ دا نتیجه (پایله) اخستي شوچي د مطالعي لاندي سکشن یوي.
خوا کې د قوو دمحصلي اغیزه یوي واحدي قوي ته راکمیږي او جوړه چې په استثنایي ډول عمودي قوه ده او په سکشن کې د کوږوالي مومنت دي دبیم د یوي ټوټي دازاد جسم په دیاګرام (F,B,D) دغه قوې واردوو چې ددي ټوټي تعادل کموي او یا یي محوه کوي. څکه نو په (26-2 شکل) کې دښي او کیڼي خواو ټوټي د b-b سکشن او په (27-3شکل) کې مومنت او عرضي قوو (عمودي قوو) تعادل ښودل شوي دي لکه څنکه چې چپه خوا کې ټوټه په نظر کې نیول شوي ده دا موازیني یا معادل د مقاومت قوې او مقاومت مومنتونه دي بلکه برعکس په ښي خوا کې ټوټه په پام کې نیول شوي ده هغوي ،د واقعي یا حقیقي عرضي قوي (عمودي قوي) او کوږوالي مومنت څخه نماینده کي کوي.

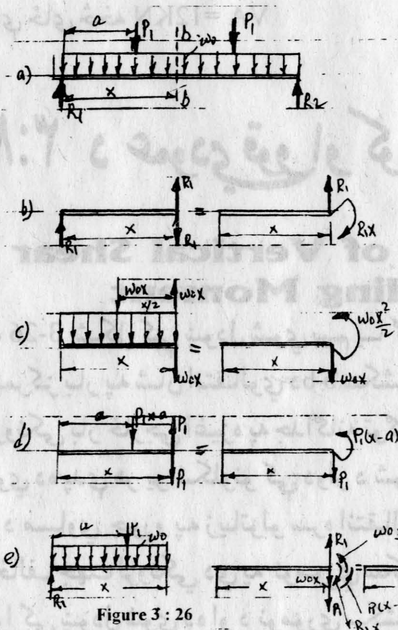


Figure 3-26
3-26 شکل: عرضي قوې او مومنت د مطالعې لاندی سکشن یوې خوا کې عمل کوونکې قوو او بارونو دا غیزې نتیجه ده.

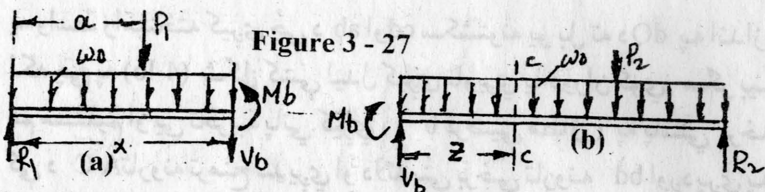


Figure3, 27Free body diagram of segments of Figure in Ferms of shear and moment

ثلورم څپرکی

4. د بیمونو تشنجات Stresses in Beams

4-1 عمده مفهوم:

پدې څپرکي کې مونږ د کوږوالي مومنت او په کوږوالي کې د تشنجاتو ترمنځ اړیکي او د عمودي قوو عرضي تشنجاتو ترمنځ اړیکې مطالعه کوو چې په لاندې ډول یې خلاصه کوو.

۱ _ د بیم هموار سطه (مقطع) هموار پاتې کیږي.

۲ _ د بیم مواد هوموجیني دي او دهوك د قانون پیروي کوي.

۳ _ کشش او فشار لپاره ارتجاعیت مودلونه سره مساوي دي.

۴ _ په لومړي سرکښې بیم مستقیم دي او عرضي ثابته مقطع لري.

۵ _ د باریدني سطحه (مستوي) باید د بیم د عرضي مقطع اساسي محورنه ولري او بارونه باید د بیم امتدادي محورونو ته عمود وي.

2 – 4 د کوږوالي د فورمول اشتقاق

Derivatin of Flexure Formula

تشنجات د کوږوالي مومنت په واسطه پیښیږي چې په کوږوالي کې د تشنجاتو (Flexure Stresses) په نوم یادیږي او د دغو تشنجاتو او کوږوالي مومنت ترمنځ اړیکه دکوږوالي د فورمول (Flexre Formula) په نوم یادیږي.(Fig 4-la) د دوه سکشنونو ab او cd ، اتصال (ملحق والی) وبنې چې د dx د فاصلې په واسطه یو له بل څخه جلا دی. کوږوالی دp بار

په واسطه رامینځته کیږي چې د aḅ او cd سکشنونه یو بل ته د dQ په اندازه لکه چې په (4-lb) شکل کښې لیدل کیږي تاویږي یا دوران کوي مگر بیا هم مستقیم او بي تخریبه پاتي کیږي (د b فرضیي مطاق) په پاسني برخه کې د A C تارونه ترمنځ لنډیږي او دلاندینۍ برخې تارونه bd اوږدیږي په ځینو ځایونو کې ددوي ترمنځ د ef تارونه واقع وي دکومو چې اوږدوالی بي تغیره پاتي شوي دي . a b ته موازي د f له لاري dd خط کشوو چې د cd فایبر (تارونو)لنډوالي د cc په اندازه وښیي او فشاري ده او د bd فایبر dd په اندازه اوږدشوي دي او کششي دي. او سطحه د ef فایبرونو څخه متشکله ده چې د خنثي سطحي Neitral Surfac په نوم یاده شوي ده ځکه چې دا ډول سطحي نه اوږدې شوې دي او نه هیڅ ډول تشنجات زغمي اوس د ورته تار Typical Fiber, gh تغیر شکل چې د خنثی سطحي څخه د Y واحداتو په اندازه واقع دي په نظر کې نیسو د دې اوږدوالی gk د Y شعاع لرونکې یو دایروي قوس دی چې د d Q زاویې په مقابل کې واقع دي او د لاندې افادې په واسطه لاسته راځي: σ = hk= YdQ او Strain یا تغیر شکل د ef فایبر د تغیر شکل او اصلي اوږدوالي ترمنځ نسبت په واسطه لاسته راځي یعنې: $\frac{\sigma}{L}$ = hk = ydθ/es
که چېرې موږ کوږوالی د خنثی سطحي په P سره وښایو نو کوږ شوي اوږدوالی به د PdQ سره برابر یا مساوي وي چې له دې څخه Srain په لاندې ډول حاصلیږي..

$$\varepsilon = \frac{yd\theta}{\rho d\theta} = \frac{y}{\rho}$$

فرضوو چې مواد هوموجني دي او د هوك د قانون پیروي کوي (یعنې 2 فرضي) لذا په gh فایبر کې تشنجات عبارت دي له:

$$\sigma = E\varepsilon = \frac{E}{\rho} y..........(a)$$

د a افاده وښی چې په هر یو تار کې د نیتروال سطحي څخه د Y په موقعیت تشنجات مستقیما بدلیږي یا تغیر مومي او داسې فرض شوې ده چې د ارتجاعیت مودول په کشش او فشار کې یو شان دی (3 فرضیه) او د کوږ والي شعاع د خنثی سطحي (Neutral Sùrface) څخه د Y فایبر د موقعیت په فاصله ازاد دی. اگر چې تشنجات باید د تناسبي حد څخه تجاوز ونه

کړي دلته دی چې د هوك قانون د تشنجاتو د بدلون په اساس صدق نکوي د نيترال سطحي (Neutral Surface) او متقاطع سکشن (Transverse Setion) تر منځ خط (Line) د ځنثی محور neutral axis په نوم ياد شوي دی چې په NA سره ښودل شوي دی. لاندې شکل ته زير شئ (Fig 4-2) د دې لپاره چې تصديق کړو چې د خارجي بارونو موقعيت هېڅ ډول X مرکبي نه لري (5 فرضيه) موږ بايد ولرو چې: [Fx=o];σ**xdA**=0

چې دلته σ**x** د (a) په افادې کې د σ سره معادل ده که σ**x** په $\frac{Ey}{\rho}$ سره عوض کړو موږ لرو: $\frac{E}{\rho}\int ydA = 0$

د E/ P ثابت نسبت د انتګرال د علامې څخه د باندې ليکل شوي دي $\frac{Ey}{\rho}$ ځکه نو YdA د کوچنۍ برخې dA مومنت دی چې نسبت نيترال محور ته نيول شوی د YdA انتګرال د مساحت مجموعي مومنت دی. له دې کبله:- .... $\frac{E}{\rho}A\bar{y} = 0$

کله کله د Y قيمت صفر کېدای شي موږ دا خلوو چې د نيترال محور (وضيعه کميتونو محور) څخه تر عرضي مقطع د مرکز پورې فاصله بايد صفر وي بيا نو نيترال محور بايد د عرضي مقطع مرکز په خپل ترکيب کې ولري. هغه حالت چې Fy=0 دی د V=vr نتيجه ده يعنې عرضي قوه د مقاومت قوې سره برابره ده ممکن دلته مشاهده شي چې د مقاومت عرضي قوه Vr د عرضي قوو τxydA مجموعه ده چې عبارت ده له: Vr= ∫τxydA د ΣFz=0 د عرضي قوو τx2dA سيستم بايد پخپله په تعادل کې وي چې د دې فصل تشريح بيله موضوع ده.

اوس هغه حالت په پام کې نيسو چې پکې Σmy=0 ده د خارجي قوې (بارونه) نسبت Y محور ته هيڅ مومنت نه لري او نه داخلي قوې τxydA او τxzdA لري

له دې کبله نو: [ΣMy=0];∫ z (σxdx)=0

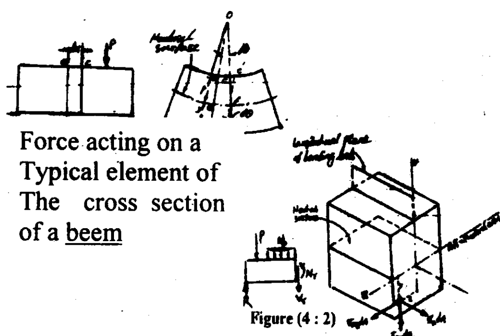
بيا σx په Ey/p عوض کوو او لروو: $\frac{E}{\rho}\int zydA = 0$

$\int zydA$ انتګرال د Pzy د انرشیا محصول دي کوم چې صفر دی. که چېرې Y یا Z د تناظر محور axis of Symmetry وي او یا اساسي محور وي. دا دی د 5 فرضیې ثبوت او تایید.

د $\Sigma Mz=0$ معادلې اخیرني حالت غواړي چې د کوږوالي مومنت د مقاومت د مومنت په واسطه بلانس شوې دی چې M=Mr سره شي نسبت د یو ساده عنصر نیوترال محور ته د مقاومت مومنت عبارت دی له $Y(\sigma xdA)$ دا حالت غواړي چې $M=\int y\,(\sigma xdA)$ وی کوم چې د σx په ځای د (α) معادلې څخه Ey/p وضع کولو سره په لاس راځي:

$$M=\frac{E}{\rho}\int y^{2}dA$$

له بلې خوا $\int Y^{2}dA=I$ په حیث پیدا شوې دی چې نسبت وضعیه کمیتونو محور ته د مساحت د انرشیا مومنت په نوم یادیږي. چې د انرشیا مومنت په هکله په جداګانه



Force acting on a Typical element of The cross section of a beem

Figure (4 : 2)

څېرکي کې مکمل او بشپړ معلومات وړاندې کیږي. چې دلته د وضعه کمیتونو محور د خنثی محور دی او د مرکزي محور سره معادل دی بالاخره لرو چې:

$$M=\frac{EL}{\rho}\ldots\ldots(b)$$

د (b) معادلې عادي یا مروج شکل په لاندې ډول دی:

$$\frac{1}{\rho}=\frac{M}{EI}\ldots\ldots(4:1)$$

د (4-1) معادلې څخه $\frac{E}{\rho}$ نسبت د ده د قیمت سره د (a) په معادله کې مساوي کوو او لرو چې..............

$$\frac{E}{\rho}=\frac{M}{I}=\frac{\sigma}{y}$$

چې له دې ځایه څخه مستقیما د کوږوالي فورمول لاسته راځي:

$$\sigma=\frac{My}{I}\ldots\ldots(4-2)$$

دا فرمول مونږ ته رابنايي چې په کوږوالي کې تشنجات په بل هر يو سکشن کې مستقيما د سکشن او نيوترال محور تر منځ فاصلې سره بدلون مومي يعنې د نومونړي فاصلې پورې اړه لري په زياتو عامو فورمولونو کې Y د C سره عوض شوې دی کوم چې د نيترال محورُ څخه تر وړانديني تار (عنصر) پورې فاصلې څخه عبارت دی په دې تغيراتو سره په کوږوالي کې اعظمي تشنجات د هر يو سکشن لپاره داسې شکل غوره کوي:

$$\sigma \max = \frac{MC}{I} ......(4:2a)$$

که چېرې I/C د سکشن د مودل (Section modulus) په نوم ياد شوي وي او په S سره ښودل شوي وي د کوږوالي په فورمول کې بل عام بدلون (تغير) عبارت دی له:

$$\sigma \max = \frac{M}{I/C} = \frac{M}{S} .....(4:2b)$$

دا تغيرات (اختلافات) د ثابتې مقطع لرونکې بيمونو لپاره ګټور دي څرنګه چې دا وښی چې په کوږوالي کې اعظمي تشنجات هلته پېدا کېږي چېرته چې د کوږوالي اعظمي مومنت وي. د عام عرضي مقطع لپاره د سکشن مودول مختلف قيمتونه په 1-4 جدول کې ورکړل شوي دي.

1 .4 * جدول

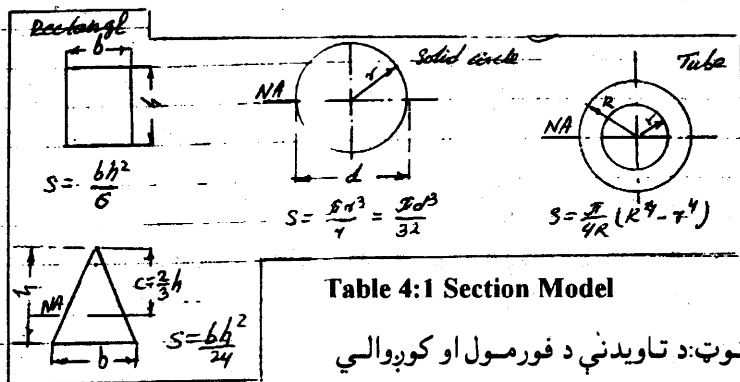


Table 4:1 Section Model

نوټ:د تاويدنې د فورمول او کوږوالي فورمول تر منځ ورته والی عبارت دی له T=Tp/I او د کوږوالـــــــي فورمول σ- My/z دی، دا ورته والی د هغوی په اسانۍ سره يا دول يه ګوته کوي.



Figure 4 : 3

Resisting moment equivalent to the Couple created by the resultant Compresive and tensile forces.

د خطي تشنجاتو توزیع (ویشنه) کې منحني تشنجات د اعظمي تشنجاتو د نمایي څخه عبارت دي.
$T = C = (\sigma ave)(Area) = (\frac{1}{2}\sigma)(b\frac{h}{2})$

فشاري قوه C او کششي قوه T د مستطیل ویشلې بار د مرکز له لیارې د NA څخه د K په فاصله کې عمل کوي دلته NA نیترال محور (Neutral axis) دی.

څکه نو $(h/2)\frac{2}{3} = C\frac{2}{3} = K$د مقاومت د جوړې د مومنت بازو = E
$2K = \frac{2}{3}h$

د کوږوالي مومنت د مقاومت د مومنت سره مساوي کوو لرو چې:............
$M = Mr = Ce = Te$
$M = (\frac{1}{2}\sigma)(b\frac{h}{2})(\frac{2}{3}h) = 6\frac{bh^2}{6}$

چې دا د مستطیلي سکشن لپاره د 4-2b معادلې سره مساوي ده.

۴،۲ د تخریب (انفجار) مودول

Modulus of Rupture

(4-2a) معادله د هغو بیمونو لپاره چې د تست په ماشین کې د تخریب معلومولو لپاره بار شوې وي په کوږوالي کې تشنجاتو محاسبه کولو لپاره استعمال کېدای شي. څکه چې د تناسب حد د موادو وروسته زیاتېږي او فشار (تشنجات) په دې حالت (اندازه) کې چې پېدا شوي د یو (حقیقي) درست تشنجاتو څخه نه زیاتېږي غیر حقیقي تشنجات چې تر اوسه پورې

ذکر شوي دي د انفجار (تخريبي) مودول (Modulus of Rupture) په نوم ياديږي.
او دا د دې لپاره استعماليږي چې د بيم حدي مقاومت، مختلفو سايزونو لپاره او د هغوی د موادُو مقايسه کول پرې اجرا شي.

پوښتنه:

يو بيم چې 150mm عرض او 250mm لوړوالی لري د شکل مطابق بار شوې دی په کوږوالي کې اعظمي تشنجات معلوم کړئ. Fig 4-4

حل (Solution)

د سوال حل د کوږوالي اعظمي مومنت د پېدا کولو څخه پيل کوو د عرضي قوو دياګرام يا اپيور وښی چې چېرته چې عرضي قوه صفر ده د کوږوالي مومنت په نوموړي مقطع کې اعظمي قيمت لري. د نوموړي فاصلې د پېدا کولو په خاطر د عرضي قوې معادله د صفر سره مساوي کېږي او په معادله کې موجود دx قيمت چې د فاصلې څخه عبارت دی پيدا کېږي د دې سوال لپاره x =2m دی.
د نوموړي دياګرام مساحت څخه د دې لپاره کار اخلو چې د کوږوالي مومنت پيدا کړو نو لرو چې د x =2m کې:

$$[\Delta M = (Area)\ V]\ ;\ M_{max} = \left(\frac{14+2}{2}\right)(2) = 16\ KNim$$

دلته د مومنت د اپيور رسمولو ته حاجت نشته.

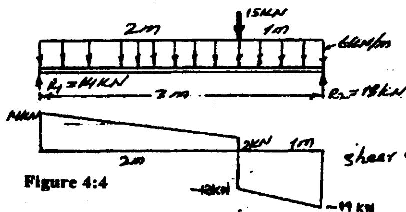
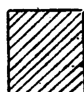


Figure 4:4



اوس د کوږوالي فورمول 4-1 د تطبيقوو د جدول څخه لرو چې د ستاتيک مومنت (Section Modulus) د مستطيل لپاره $S=bh^2/6$ دی څکه نو

$$\left[\sigma = \frac{M}{S} = \frac{6M}{bh^2}\right]$$

$$\sigma\ max = \frac{6(16\times10^3}{(0,150)(0,250)^2}$$

ځواب: 10.24Mpa Ans ....

پوښتنه:

یو لرګی بیم چې 4in په 12in کې پراخوالی او لوړوالی لري او 20ft اوږد دی د شکل مطابق بار شوېدی که چېرې په کوږوالي کې اعظمي تشنجات 120 psi وي د P قیمت پېدا کړئ او هم P قوې د اغېزې په نتیجه کې د (wo)قیمت معلوم کړئ که چېرې عرضي قوه صفر شي.

حل (Solution)

د دې لپاره چې د ورکړل شوي حالت تصدیق وشي د عرضي قوې دیاګرام باید لکه چې په شکل کې ښودل شوي په شان وي. د Wo اعظمي قیمت د دې لپاره چې د p قوې د اغېزې په نتیجه کې عرضي قوه صفر ته راکمه شي په لاندې ډول لاسته راځي:

$$[\Delta V=(\text{Area})\ \text{Load}];10wo+\frac{p}{4}=15\ wo$$

چې نوموړې افاده د p او wo تر منځ دغه افاده لاسته راکوي.

$$P=20\ wo...(a)$$

د کوږوالي اعظمي مومنت د p قوې لاندې واقع کېږي او عبارت دي له:

$$[\Delta M=(\text{area})\ V]\ ;M_{max}=\tfrac{1}{2}(15)\ (15wo)\ =112.15Wo.lb.ft$$

ځواب:

$$wo = 85.3\ lb/ft$$

د (a) افادې څخه د p قیمت په دې ترتیب تر لاسه کوو چې.

ځواب: $p=20wo=20\ (85.3) = 1706\ lb$

یاداشت:

کله چې مساوي ویشلی بار عمل کوي د عرضي قوې دیاګرام (Shear Diagram) په نوموړې ساحه کې یو مایل خط په لاس ورکوي.

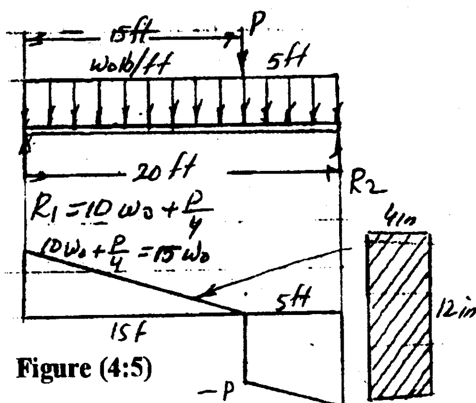


Figure (4:5)

د تمرين سوال:

په شکل کې ښودل شوي بيم لپاره اعظمي ارتفاع h پيدا کړې که چېرې په کوږوالي کې اعظمي مجازي تشنجات 20Mpa وي.

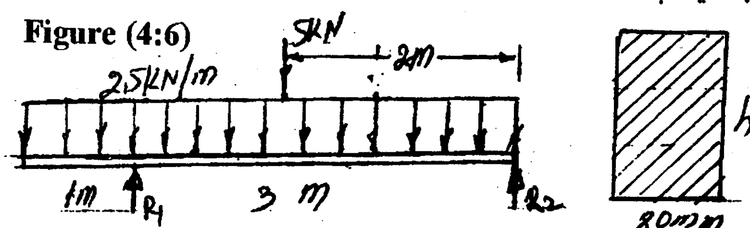


Figure (4:6)

پوښتنه:

يو بکس بيم چې د څلورو تيرو (8x2)in کې اندازې لري په احتياط سره يو ځاى شوي دي تر څو په شکل کې ښودل شوي شکل ځانته اختيار کړي وښايست چې $INA=981.3in^4$ دى که چېرې wo=300Ib/ft وي د p قيمت پيدا کړئ په داسې حال کې چې په کوږوالي کې تشنجات 1400 psi وي

[ځواب p=6680 Ib دى.]

همدغه سوال د wo=600.6 /ft لپاره حل کړئ.

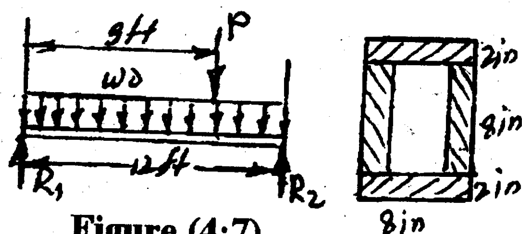


Figure (4:7)

4-3 اقتصادي مقطع ګانې

Economic Sections

هغه بيمونه چې مستطيلي او يا دايروي مقطع ګانې لري هغه تارونه (Fibers) چې د خنثى (neutral) محور ته نږدې وي د فشار لاندې دى او د هغوى سره په پاسنى (top) او لاندينى (bottom) کې مقايسه کېږي د کوږ والي فورمول $M=\sigma I/C$ وښئ چې که چېرې د مستطيلي مقطع لرونکى بيم

يوه ساحه Fig 4-8a دوباره ترتيب شوي وي څرنګه چې د عين لوړوالي (ژوروالي) ساتل ضروري دي لکن په Fig 4-8b کې بنودل شوې دي لرو چې د انرشيا مومنت يې ډير زيات وي البته د لوی مقاومتي مومنت په نتيجه کې، په فزيکي توګه د مقاومت مومنت زياتوالی د زياتو تارونو د موجوديت په صورت کې چې د NA محور څخه په زياته فاصله واقع دي پيدا کېږي.

په دې ډول تارونو کې چې زيات تشنجات زغمي يا قبلوي او نسبت NA محور ته د مومنټ اعظمي ترين بازو لري چې د کوږ والي د موجوده مومنت په مقابل کې مقاومت ولري اګر چې په Fig 4-8b کې مقطع عملي نده د دې لپاره دوه برخې ممکن سره يو ځای را ولوئېږي. دا ضروري ده چې دا دواړه توټې يو له بل سره د يو څه شي په واسطه وتړل شي لکه چې Fig 4b کې لېدل کېږي په راتلونکی کې موږ ممکن د دې د اندازو په ټاکلو پوه شو چې څرنګه پيدا کېږي W. Shape يو ډير اغيز ناکه او عملي ساختماني عنصر دی، چې نه يوازې په زيات کوږوالي کې د مقاومت مومنت لري او کم وزنه موادو څخه جوړېږي.

بلکې زيات موثر هله ده چې د بارونو لپاره پکارول کېږي د دې په نسبت د I بيم استعمال کم دی او د دواړو مشخصات په B ضميمه کې شته دی. د مثال په ډول په W 160x140 بيم کې 610 د بيم لوړوالی په mm او 140 د بيم وزن په Kg/ m يعني يو متر اوږد نوموړی بيَم 140 Kg وزن لرونکی دی د بيم په ټاکلو کې بايد لاندې شرط پوره شي. $S \geq \frac{M}{[\sigma]}$ چې دلته M– د کوږوالي اعظمي مومنټ دی، [σ] – په کوږوالي کې مجازي تشنجات دي، (s)- د مقاومت مومنت دی.

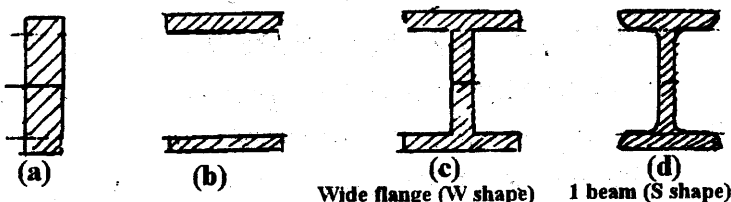


Figure (4 : 8)

$$Mr = \frac{\sigma I}{c} = \sigma.s.....(4-3)$$

د مقاومت مومنت (moment of Resistance) ډیر دیزانونه په دی بنسټ شویدي چې لږ وزن ولري یعني په متر کې مینمیوم وزن ولري په جدول کې تیوریکي کتله په متر استعمال شوېده. همدارنګه r د انراشیا د شعاع په حیث استعمال شوې ده.

$$\sigma = \frac{M\max}{Wx} \leq [\sigma]$$

پورتنی فورمول په دې ترتیب هم لکلې شو:

چې دې ته د دیزاین فورمول هم وایې چې دلته Wx د مقاومت مومنت په (Cm^3) او (mm^3) دی.

σ - نور مالي تشنجات دي او Mmax د کوږوالي اعظمي مومنت دی په پورته فورمول کې تشنجات باید د مجازي تشنجاتو څخه کم او یا ورسره برابر وي د امکان په صورت کې باید کم وي.

مثال (Example)

د شکل مطابق په بیم کې حقیقي اعظمي تشنجات پېدا کړئ که چېرې د نوموړي بیم د موادو لپاره په کوږوالي کې مجازي تشنجات = [σ] 120mpa وي فرض کړئ چې بیم بغلي (د خنګ) انحراف نه کوي په همدې ترتیب د بیم لپاره W Shape مقطع و ټاکي.

حل (Solution):

لومړی عکس العملونه پیدا کوو او د عرضي قوو دیاګرام یا اپیور جوړو اعظمي مومنت هغه ځای کې صورت نیسي چېرته چې بار عمل کړیدی یا عرضي قوه صفر شویده یعنې د سرحد څخه تېره شویده.

Mmax= 15x 4=60KN. M

د فورمول څخه کار اخلو

$$[S \geq \frac{M}{[\sigma]}]$$

لرو چې.

$$S \geq \frac{60x10^3}{[120x10^6} = 500x10^{-6}m^3 = 500x10^3 mm^3$$

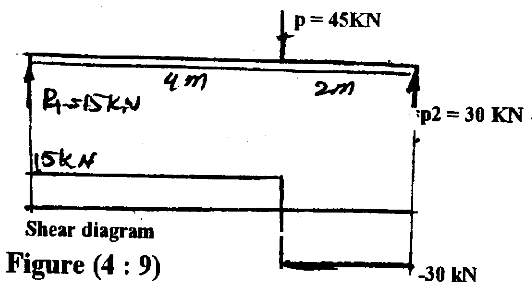


Figure (4 : 9)

د B ضميمي جدول ته ستنېږو او Wshape مشخصات ګورو په جدول کې $S=500x10^3mm^3$ لپاره نږدې لوی قیمت $512x\ 10^3mm^3$ دی چې د w 200x52 نمبر شکل سره سمون خوري په w 25 ګروپ کې مونږ د W250x45 د $S=534x\ 10^3mm^3$ پیدا کوو چې نوموړی قیمت هم مناسب دی خو ډیر مناسب یې W310x39 دی چې $S=549\ x\ 10^3\ mm^3$ دی او تر ټولو لږ 38.7Kg کیلو ګرامه په متر وزن لري.
د دې پوښتنې په ځواب کې چې ولې دومره ډیر مختلف بیمونه چې تقریباً یو شان مقطع لري جوړ شوي دي باید وویل شي هغه چې ډیر کم وزن لري ډیر مناسب او ارزانه دی. د بیم محاسبه هغه وخت مکمله کېږي چې کنترول یې د وزن شاملېدو سره اجرا شي. د بیم د مقاومت مؤمنت MB باید د بیم د ژوندي بار (Live Load) مومنت ML او مړ بار د شخصي وزن مؤمنت د (MD) د جمعې حاصل څخه لوی او یا ورسره مساوي وي.

$M_B \quad M_L + M_D$

د نوموړي افادې هر جز په [σ] ویشلو په لاس راوړو چې.

$$\frac{M_B}{\sigma} \geq \frac{M_L}{\sigma} + \frac{M_D}{\sigma}$$

دلته $\frac{M}{\sigma}$ د ستاتیك مومنت یا Modulus of section سره عوض کوو لرو چې:

$S_B \geq S_L + S_D$

په دې مثال کې د بیم وزن $380\frac{N}{m} = 9.81m/S^2\ x\ 38.7\ Kg/m$ دی چې د اعظمي مومنت چې د M_L او M_D څخه تشکیل شوی وي موقعیت نه شي بدلولې ځکه نو موږ M_D محاسبه کوو.
په x=4m کې د بیم ښي خواته مؤمنت نیسو.

$\Sigma M_R = M$

$MD = (1.14)\ (2) -(0\text{-}380)\ (2)(1) = 1.52KN.m^2$

یا د عرضي قوي خط خط شوی دیاګرام څخه لروچې:

$$M_D = \frac{(1,14 + 0.38)}{2}(2) = 1,52\ KN.m$$

$$\left[S_D = \frac{M_D}{\sigma}\right] \Rightarrow \left[S_D = \frac{1.52 \times 10^3}{120 \times 10^6}\right] = 12.7 \times 10^{-6}\ m^3$$

$[S_B \geq SL + S_D]$ .... بالاخره لروچې

$(549\ X\ 10^3) > (500\ X\ 12.7)\ X\ 10^3$ ګورو چې W 310x 39 بیم ډیر مناسب دی.

حقیقي اعظمي تشنجات په اسانۍ سره پیدا کېدای شي.

$(M = 6S_B = \sigma\ [SL + S_B])$

$\sigma = (549 x 10^6) = (120 x 10^6)\ [\ (500 + 12.7)\ 10^{-6}\ ]$

$= \sigma = 112\ Mp\alpha$ .... ځواب

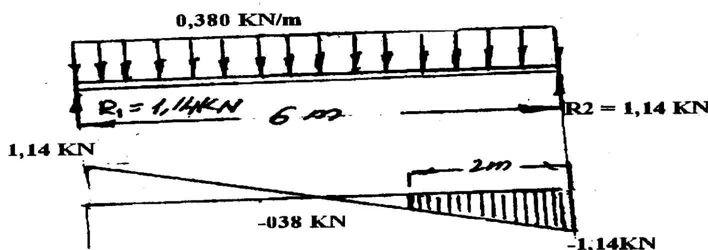


Figure 4 : 10 Dead load (Due to weight of Beam)

پوښتنې

فرض کړئ د لاندې مسائلو دمعمولي انحراف په مقابل کې خاص بندو بست نیول شوی دی مطمئن شئ چې د دې خپل وزن په کې شامل کړئ.

۱- یو ساده بیم چې 10 متره اوږدوالي لري مساوي ویشلي بار 10KN/m د دې په اوږدو د ننه عمل کوي کوم Wسایز بیم (W-shaPe beam) پکار دی چې په کوږوالي کې یې تشنج د 120Mpa څخه زیات نشي په انتخاب شوي بیم کې حقیقي تشنج محاسبه کړئ.

ځواب W610 x82:113Mpa

۲ _ که چیرې مساوي ویشلی بار 12KN/m او دبیم طول 8m وي پورته غوښتنې تکرار کړئ.

۱ ـ ساده بیم چې 10m طول لري په داخلي طول باندی 20KN/m مساوي ویشلی بار او 40KN متمرکز بار دبیم په وسطه باندی عمل کوي که مجاذي تشنج 120Mpa وي د W Shape beam طول چې پکار یږي پیدا کړئ.

د چت چوکاټ بندي (Floor Framing)

د ګاډرونو زیات عامه ساختمانونه چې چتونه او د بلډنګ (ودانۍ) لپاره استعمالیږي د اتکاچمتو کول دي .

Fig 4-11 په یو کور کې تیپیك دیتال واضح کړی دی.

فرعي چت (sub floor) په Floor Joists باندي تکیه کوي (پولادي ساختمانونه دي چې دچت دبیمونو یا Floor beams په نوم یادیږي).

Floor Joist داسي فرض کیږي چې د بیمونو لپاره ساده تکیه ده دوي په قوي او زور داره بیمونو یا ګاډرونو چې د girder په نوم یادیږي تکیه کوي چې دا په خپل نوبت سره په ستنو(پایو) باندي تکیه کوي او ستني بیا بار تهداب (foundation) ته انتقالوي. په لنډ ډول ویلي شو چې sub floor سب فلور خپل وزن او په هغې باندي وار دشوي خارجې بار (وزن) په (Floor Joist) او د دي له لارې Girder اود girder له لارې ستنو (پایو Column) او بالاخیره د پایوه لارې اساس یا تهداب ته انتقالوي د چت بار په في واحد مساحت کې په P سره مشخصیږي او د $2.5KN/m^2$ د کورونو لپاره او تر $25KN/m^2$ د صنعتي ودانیو لپاره بدلون مومي که چیري Floor Joist اوږدوالي L او د a په فاصله د مرکز څخه بیل بیل ایښودل شوي وي هر Floor Joist فرض شوي دي چې aL مساحت د بار لپاره تکیه ده aL ساحه په Fig 4-11 کې خط خط شوي ده نو څکه په تیپیك فلور جایسټ باندی بار مساوي ویشلې دي لکه چې په Fig 4-12 کي یي چې ګوري مجموعي بار W چې د P سره برابر دي او بار د سطحې په في واحد باندي اثرکوي چې د aL په مساحت باندي اغیزه لري او دا شوني ده چې په L اوږدوالي ویشل شوي وي چې دشدت ویشلي بار W0 =Pa په لاس ورکوي په پولادي ساختمان کې چې عین جنرال پلان څخه پیروي کوي خو

يوازي فلور بيمونه Floor beams د تير (girder) د څنډو (Web) سره پرچپ کاري يا بولټ کاري کيږي لکه چې په 13-1 شکل کې ښودل شوي دي.

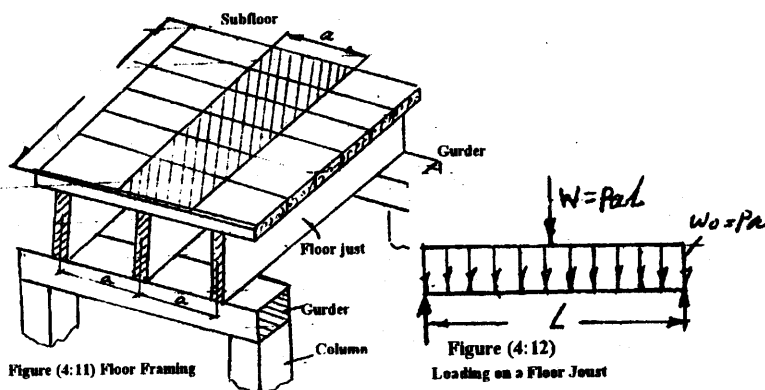


Figure (4:11) Floor Framing

Figure (4:12) Loading on a Floor Joust

لاندې شکلونه د توضيحي مسائلو څخه په يوه وړوکې ودانۍ کې نماينده ګې کوي او مونږ ته ښيي چې څرنګه د مختلفو بيمونو لپاره (Loading diagram) دبار ديا ګرام جوړشي.

مثال (Example):

د هغې ودانۍ (Building) چې قسمي چت پلان يې په Figure 4-13 کې ښودل شوې دی د G_2,B_2,G_1,B_1 بيمونو لپاره د بار دياګرام معلوم کړئ د هرې برخې باريدل په نښه شوي دي.

حل (Solution):

يوازې د چت بارونه چې ورباندې تکيه کيږي د B_1 _ B_2 او داسې نور بيمونه دي هغه بيمونه چې د Floor beams په مقابل کې عکس العمل وښيي او يا فلوربيم ورباندې تکيه کيږي د Girder يا تيرانو په نوم ياديږي.
او په Gl, G2او داسې نورو سره ښودل شوي دي د I– B بيم باندې مساوي ويشلي بار عمل کوي د باريدلو نتيجوي د ياګرام په Figure –4-14 کې ښودل شوي دي دبيم طول 4m او عرض يې 2mدی.

$5KN/m^2$

د G-1 بیم چې یو Girder یا تیر دی د B-1 بیمونو انجام لپاره تکیه ده. او په B-2 بیم کې چوکاټ بندي شویدي او نوموړي انجام عکس العملونه لري لکه چې په Figure 4-15 کې لیدل کیږي. چې B-2 د G-1 په انجام (عکس العمل) باندی تکیه کوي شکل Figure 4.16 دلته 2m بیمْ د $10kN/m^2$ بار لپاره تکیه ده چې د چت مساحت یې 2mx1m دی د 20KN سره برابر ده چې په 10kN/m واردیږي د G -1 بیم عکس العمل د 20KN متمرکز بار په حیث ښودل شویدي د بیم د ښه د مې (Rist) لپاره بار 15KN/m دی چې په یو متر اوږدوالي کې د بارونو د مجموعې څخه لاسته راځي او تر 1m پورې ادامه لري د G -2 بیم (Girder) د B -3 بیم په واسطه بار شوي دي Figure 4-17 وګورئ تصدیق کړې چې د B -3 بیم عکس العمل 60KN دی.

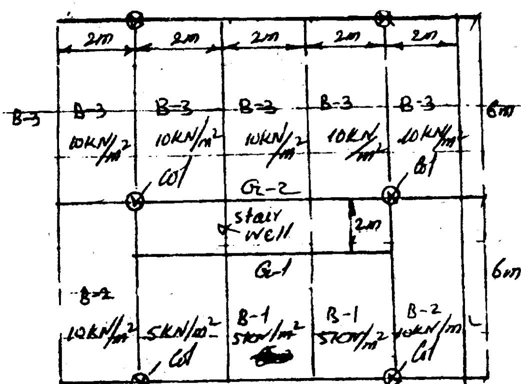


Figure 4: 13 Floor plan and Loading

تمرین سوال:

Floor joist چې 50mm عرض او 200mm ارتفاع لري په ساده توګه په 4m پایه باندي اتکالري یو چت چې $5KN/m^2$ بار لري انتقالوي د joists ترمنځ مرکزي خط محاسبه کړئ چې 8Mpa تشنجات پکې په کوږوالي کې پیدا کیږي. کوم محافظوي بار به په Centre linr باندي چې د 0.4m په فاصله موقعیت لري.

ځواب : $.34KN/m^2$ ځواب3 :
ans .267m

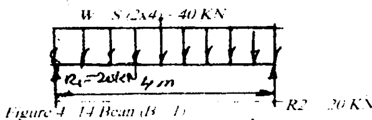


Figure 4 14 Beam (B 1)

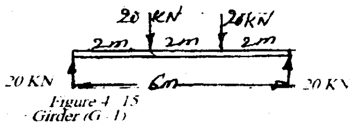


Figure 4 15
Girder (G 1)

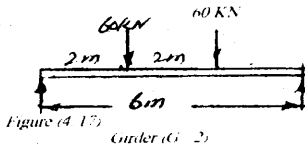


Figure (4 17)
Girder (G 2)

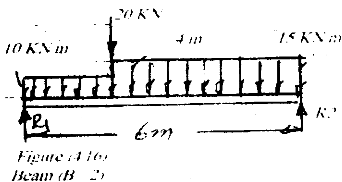


Figure (4 16)
Beam (B 2)

4-5 غیر ستمریک گاډرونه

Unsymmetrical Beams

ټول مخکي خیړل شول بیمونـه (beams) نسبت نیترال (خنثی) محورته ستمریك (متناظر) دي ځکه نو په کوږوالي کې تشنجات د نیترال محور څخه په فاصلي سره مستقیما" بدلیږي دلته نیترال محور مرکزي محور دي (Centroidal axis) داسي مقطع ګاني د هغه موادو لپاره چې په کشش او فشار کې برابر یا یوشان قوت یا زور لري مناسبي دي او هغه موادو لپاره چې په کشش کې ضعیف او په فشار کې قوي دي غیري ستمریك مقطع ګاني ډیري مناسبي دي داسي مواد لکه او سپنه او نور دي. بهتره داده چې مواد باید نسبت مرکزي محور یا نترال محور ته ترتیب شي چې نوموړي فاصلي څخه په کشش او فشار کي تشنجات، په کشش فشار کې د مجازي تشنجاتو سره نږدي قیمت ولري.

مثال:

یو فلزي (چدني) بیم (Cost – iron Beam) باندی مساوي ویشلي بار په ساده وایه کې عمل کوي د چپه شوي T سکشن د b ضلعې پراخوالي

پیداکړي په داسي شرط چې په کشش کې مجازي تشنجات (σ_T)=30Mpa او په فشار کې مجازي تشنجات $[\sigma_c]$ =90Mpa وي.

حل (Solution):

ور کړل شوي بیم د نوموړي بار په واسطه ښکته خواته کږیږي پورتنیي تارونه (Uper Fibers)یي فشار او لاندیني تارونه (Lower Fibers)یي کشش کې کار یا فعالیت تر سره کوي لکه چې دمخکي څخه جوته ده چې تشنجات په کوږ والي کې مستقیما د مرکزي محور څخه دهغوی د فاصلې سره تغیر مومي څکه نو د دې لپاره چې د σ_T او σc حدونه همزمان پیداکړو لروچې.

$$[\frac{Y_t}{y_c}=\frac{\sigma t}{\sigma c}];\frac{y_t}{y_c}=\frac{80}{90}=\frac{1}{3}$$

د دې ځایه (a) ...$Yc=3y_t$ شکل وښیې چې د y_t او y_c تر منځ یوه بله اړیکه موجوده ده یعني (b) ...y_t+y_c=140mm د (a) او (b) افادې یو ځای حلوو په لاس راوړو: y_t=35mm او y_c=105mm اوس د T سکشن د دوه خط خط شوو مستطیلونو په حیث په پام کې نیسو. نسبت قاعدې (x-x) محور ته د مساحت مومنت (ستاتیك مومنت) پیدا کوو: $[Ay = \Sigma ay]$,

$$120x20+b20)\ y_t= (120x20)\ (20+60)\ (b+20)\ (10)$$

دلته د y_t په ځای د هغه قیمت 35mm وضع کوو او د b قیمت په لاس راوړو.

ځواب b =216mm

مثال:- په لاندي ورکړل شوي بیم کې کششي او فشاري اعظمي تشنجات محاسبه کړي دعرضي مقطع مشخصات یي په شکل کې ورکړل شوي Figure 4-19

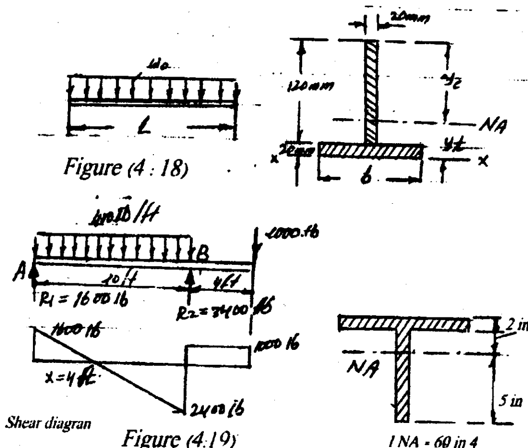


Figure (4 : 18)

Figure (4.19)

حل (Solution):

لومړی عکس العملونه پیداکوو او دعرضي قوو دیاګرام رسموو د دې لپاره لروچې:

$[\Sigma M_A = 0]$

$$-1000x14 + R_2 x10 - 400x\frac{10^2}{2} = 0$$

$$R_2 = \frac{14000 + 20000}{10} = 3400 \text{Ib.}$$

$$[\Sigma M_B = 0]; -R_1 x10 + 400x\frac{10^2}{2} - 1000x4 = 0 \Rightarrow R_1 = 1600 \text{Ib}$$

اوس عرضي قوې پیداکوو د دې لپاره په ګاډر کې نقطې په نښه کوو:

$$Q_A = S.F_A = 1600 \text{Ib.}$$

$$Q_{B(L)} = S.F._{B(L)} = 1600 - 400x10 = -2400 \text{Ib}$$

$$Q_B = S.F_{B(R)} = 1600 - 4000 + 3400 = 1000 \text{Ib}$$

$$Q_{4ft} = 1600 - 400x4 = 0.$$

لیدل کیږي چې عرضي قوه (SF) په X =4ft کې صفر شوې ده او هم په X=10ft کې صفر شوې ده په دغه مقطع کې د کوږوالي مومنتونه عبارت دي له:

$$M_{4ft} = R_1 .4.ft - 400x\frac{4^2}{2} \Leftrightarrow M_4 Ft = 3200 \text{Ib} - \text{Ft}$$

$$M_{10ft} = 1600x10 - 400x\frac{10^2}{2} = -4000 \text{Ib.Ft}$$

مثبه علامه په X =4ft کې وښي چې ګاډر پورته خواته کروپیږي چې پاسنی تارونه یې په فشار او لاندیني تارونه یې په کشش کې کار کوي اوس په کوږوالي کې تشنجات پیداکوو:

$$[\sigma = \frac{My}{I}]; \sigma_c = \frac{3200x(2)(12)}{60} = 1280.\text{psi}$$

$$\sigma_t = \frac{(3200x12)(5)}{60} = 3200 \text{psi}$$

د X=10ft کې ګاډر ښکته خواته کروپیږي چې د کوږوالي مومنت یې منفي علامه لري اود ګاډر پورته تارونه

په کشش او ښکته تارونه په فشار کې کار کوي.

$$[\sigma = \frac{My}{I}];\sigma_t = \frac{(4000\times12)\times(2)}{60} = 1600\text{Psi}$$

$$\sigma_c = \frac{(4000\times12)(5)}{60} = 4000\text{Psi}$$

لهذا اعظمي کششي تشنجات د X=4ft فاصله کې σt =3200psi او اعظمي فشاري تشنجات په X=4ft کې σc =4000psi دي چيرته چې عرضي قوه صفر شوې ده هلته بايده دي چې اعظمي د کوږوالي مومنټ او اعظمي تشنجات محاسبه شي.

مثال : يو کنستولي بيم (Overhanging beam) لکه چې په شکل کې ښودل شوی دی فلزي ساختمان لري او د نوموړي موادو لپاره مجازي تشنجات په کشش کې $[\sigma_t]$ = 40 Mpa او په فشار کې $[\sigma_c]$=100Mpa دی که چيرې د مقطع مشخصات ورکړل شوی وي نو مساوي ويشلي بار uniformly distributd load پيدا کړئ.

حل (Solution):

په x =1.2m کې د کوږوالي مومنت -0.72wo(Nm) دي منفي علامه په پورته تارونو کې کشش ښيي. د ديزاين لپاره فورمول پکاروو او په کشش او فشار کښي مومنتونه پيدا کوو:

$$[M_r = \frac{\sigma I}{Y}];M_t = \frac{(40\times10^{-6})(50\times10^{-6})}{0{,}080} = 25\text{KN.m}$$

$$M_c = \frac{(100\times10^{6})(50\times10^{-6})}{0.180} = 27.8\text{KN.m}$$

لاسته راغلي مومنتونه د کوږوالي مومنت سره مقايسه کوو لرو چې:

$[M = M_r]$; $0.72wo = 25.0\times10^3$;$wo = 34.7\text{KN/m}$

د x=2.7m په فاصله کې عرضي قوه صفر شوي ده M=+0.405wo

اګرچې دا د x=1.2m فاصله کې د M څخه کو چنې دي د $[M_r = \sigma I/y]$ افادې څخه لرو:

$$M_c = \frac{(100\times10^{6})(50\times10^{-6})}{0{,}080} = 62.5\text{KN.m}$$

$$M_t = \frac{(40\times10^{6})(50\times10^{-6})}{0.180} = 11.1\text{KN.m}$$

د مقاومت ترټولو کوچني مومنت د کوږوالي مومنت سره مقاسیه کوو لروچي:

$[M = Mr];0,405wo = 11.1x10^3$

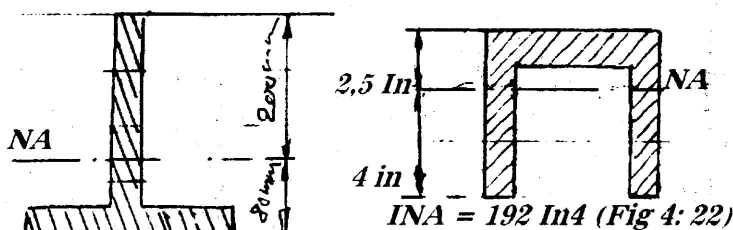
$Wo = 27.4KN/m$

محافظوي اعظمي بار دذکرشوي تر ټولو کوچني قیمت څخه لږ. د X=1.2m په فاصله کې او د x=2.7m فاصله کې د 27.4KN/m سره برابردي ولي ضروري نده چې x =4.2m فاصله کې چیرته چې عرضي قوه صفر ده سکشن معلوم کړو د بیم چپه کیدل ممکن مجازي بار 15.4kN/m ته راکوز کړئ.

سوالونه:

یو ساده 4m بیم چې Tمانند مقطع لري او د عرضي مقطع مشخصات یې ورکړل شوي دي بیم باندی مساوي ویشلې بار عمل کوي Woپیدا کړئ که چیرې $[\sigma t] \leq 40Mpa$ او $|\sigma c| \leq 80Mpa$ وي. او wo=600N/m ځواب دي.

سوال:



INA = 30x106 mm4(Fig 4: 21)

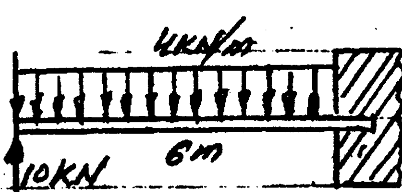
INA = 192 In4 (Fig 4: 22)

د نوموړي بیم لپاره چې عرضي مقطع یې په Figure 4-22 کې ښودل شوې ده په داسي ډول بار شوي ده چې اعظمي مومنتونه یې.

+1.0Plbft او 1.5plb.ft- دي په افاده کې p وار دشوي باردي چې په پاونډ سره اندازه کیږي د p اعظمي قیمت پیدا کړي که چیرې کاري تشنجات په کشش کې 4Ksi او په فشار کې 10Ksi وي

ځواب p=16Kpsi

سوال : د کنسولي بیم لپاره په کوږوالي کې فشاري او کششي اعظمې تشنجات پیداکړي.



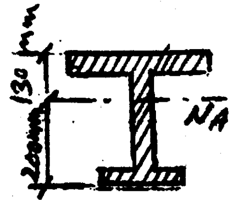
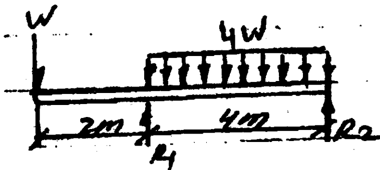


Fig (4:23) INA = 100x106 mm4

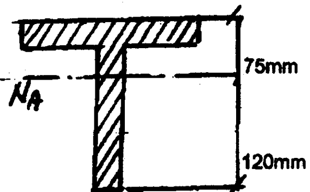
سوال:

په Figure-4-24 شکل کې ښودل شوي بیم لپاره د W قیمت پیداکړي که چېري په بیم باندي متمرکزه قوه W او مجموعې مساوي ویشلي بار 4W عمل کړیوي او د نوموړي ګاډر دموادو لپاره مجازي فشاري تشنجات 100Mpa [σc] او مجازي کششي تشنجات 60Mpa [σt] وي.

ځواب: W =9600N



(Figure 4:24)



د بولټونو يا پرچې ګانو په زريعه محکم شوو بيمونو د پرچې ګانو او يا بولټونو تر منځ فاصله:

Spacing of Revets or Bolts in Built up Beams

د بولټونو او پرچې ګانو په واسطه محکم شوو بيمونو د بولټونو او پرچې ګانو ترمنځ سايز او فاصله په پام کې نيسو چې د Sliding action په مقابل کې مقاومت وښي.

لومړي مرحله : دهغي قوې محاسبه کوو چې دبولټ او يا پرچې په واسطه محکم شوي وي Figure 4-25 : يو بيم چې د دري پردو څخه جوړ شوي دي او پردي په خپل منځ کې سره دبولټونو په واسطه يو ځاي شوي دي بولټونه دوه قطاره تشکيلوي . د قطارونو ترمنځ فاصله L ده لاندي افاده د دوه پردو دمحيطونو ترمنځ دتماس نقطه کې مماسي تشنجات په لاس ورکوي.

د لته Q – په شکل کې د خط خط شوي برخې ستاتيك مومنت دی چې نسبت NA يا مرکزي محور ته پيدا شوي دي ، دمقاومت قوه پدي ترتيب لاسته راځي

$$F = \tau . eb = \frac{V}{Ib} Q(eb) = \frac{Ve}{I} a$$

eb- د خط خط شوي برخې مساحت دی.

دي ته ورته افاده عبارت ده له: $R = \frac{Ve}{I} Q .....(a)$

په نتيجه کې داصتحکاك د قوې څخه چې ډيره وړوکې ده صرف نظر کيږي

او F د R سره مساوي کوي په لاس راوړي:........ $F = qe = \frac{VQ}{I} e$

که چيري په ګاډر (Beam) کې عمودي قوه Verlicl shear تغير ومومي نو V د e په انټروال کې اوسط عمودي قوه (average vertical shear) دی لکن په دی انټروال کې V معمولا اعظمي نيول کيږي مخصوصا په هغو پولادي تيرانو کې چې د بولټونو په واسطه محکم شوي

وي چې ته چې د انتروال اوږوالي د Panel اوږوالي په نوم ښودل کیږي چې
تیر girder د ژوروالی (depth) سره معادل دي په دي حالت کې د
(۸) equition په هرپینیل طول کې د بولټ پیچ
(bolt petch) په لاس
ورکوي.

مثال

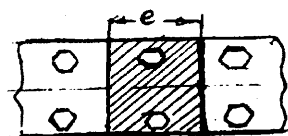
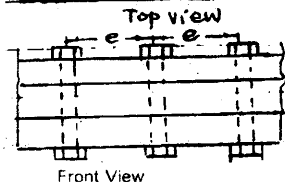
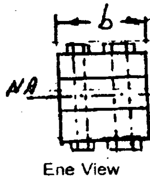


Figure (4:25)





یو پلیټ او زاویوي تیر (girder) د څلورو 125x90x 13mm زاویو په واسطه د Web plate سره چې 1400mm x 10mm کې اندازي لري نښتي دي چې په نتیجه کې یوه مقطع چې 1120mm ژوروالي ولري جوړوي (شکل 4-26) نسبت مرکزي محور (NA نیترال محور) ته دانرشیا مومنت
$I_{NA} = 4140 \times 10^6 mm^4$ دي په هغه مقطع کې چیرته چې $V = 45KN$ وي د
د 19mm پرچې ګانو ترمنځ فاصله چې زاویې د web plate سره محکموي
معلوم کړي. دبیرنګ لپاره $\tau = 100Mpa$ او د پرچې ګانو لپاره په ډبل قطار کې $\sigma_b = 280Mpa$ ده.

حل (Solution):

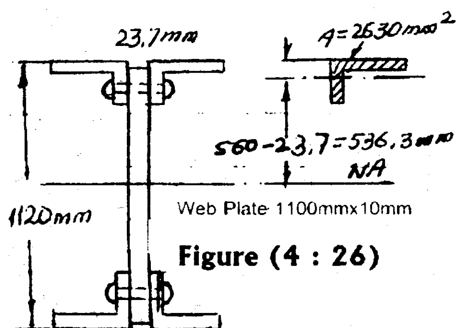


Figure (4 : 26)

پرچې ګانې (Rivets) باید د امتدادي قوي په مقابل کې د دي لپاره چې دوه فلنجونه (ftanges) وخویوي او د web څخه تیرشي مقاومت وکړي ځکه نو دا د دغو دوه فلنجه زاویو د مساحت د ستاتیك مومنت دي چې په Q $R = \frac{Ve}{I}Q$ کې پکار شي
شکل Fig .4: 26 ته مراجعه وکړئ.

$Q=2(2630)(536.3)=2820x10^3\ mm^3=2820x\ 10^6 m^3$

په dauble shear کې د تیر مقاومت دیوې 19mm پرچې عبارت دي له:

$Rs=(As.\tau)(2)=\pi/4(0.019)^2(100x10^6(2)=56.7KN$

د web plate خلاف د بیرنګ مقاومت عبارت دي له.

$Rb=(dt)\sigma_b=(0.019)(0.010)\ (280x10^6)=53.2KN$

د دې قیمتونو تر ټولو وړوکې قیمت پکار اچوو او په (7-5) معادله کې یې وضع کوو د rivet patch مطلوبه قیمت په لاس راوړو.

ځواب:

$$e=\frac{RI}{VQ}=\frac{(53.2x10^3)(4140x10^{-6})}{(450x10^3)(2820x10^{-6})}=0,174\text{m}=174\text{mm}$$

پنځم څپرکی CHAPTER-5

5-1 د جسم د بحراني حالت د تیوری اجزاوې. دیو محوري راښکیدنې او انقباض په وخت کښې د مایلو مقطعو له پاسه میخانیکي فشارونه

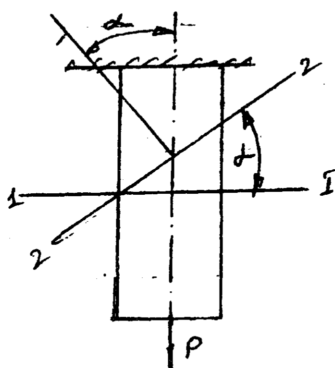
په یوې نقطې کې د میخانیکي فشار د مفهومونو څخه مونږ ویلی شو چې د هریوجسم څخه کولای شو لایتناهي زیاتې مقطع ګانی بیلې کړو مګر په دی نقطه کې په عمومي صورت فشارونه بیلابیل دي.

نوپه دی نقطه کې د میخانیکي فشار د تغیر قانون د سطحې د جهته پورې څنګه مربوطیږي؟ پخوا لدی باید وویل شي چې دغه رنګه میخانیکي فشار او که یا د مخیانیکي فشار بحراني حالت په نقطه کې دی.

5-2 په نقطه کې بحراني حالت:

په نقطه کې بحراني حالت د ټولو نورمالي او مماسي فشارونو د تاثیر د مجموعې څخه په یوه لایتناهي لویه سطحه کې چې د دې نقطې څخه تیریږي عبارت دي.

اوس د جسم دبحرني حالت یو ساده شکل ینې هم جنسه بحراني حالت چې په محوري کشش او انقباض کې پیښیږي ګورو بحراني حالت څکه همجنسه نومیږي چې د جسم د ټولو نقطو بحراني حالت یو شانی دی مګر مونږ یوازې د نورمالو مقطعو او محورونو په هکله یاداوري کوو. اوس په مایلو مقطعو کې د محوري کشیدنې (راښکدنې) او انقباض په وخت کې پیښ شوی فشار څیړو. لکه چې په شکل کې لیدل کیږي یو بروس (میله) را اخلو:



د 1-1 مقطع مساحت A_1 او د 2-2 مقطع مساحت A_2 دې د دواړو مقطعو ترمنځ زاويه ∝ ده يعنی د ساعت دستنې په مخالف جهت او يا د بروس د محور او په 2-2 مقطع باندی نورمال ترمنځ زاويه ده. بروس د 2-2 په مقطع کې پرې کوو د بروس پورتنی برخه غورځو او د هغې اغيزه د پاتې شوي برخې په مقطع باندی د بروس د محور سره موازي د مساوي ويشلي قوې په شان عوض کوو د دې محصله دکشوونکي قوې P سره مساوي ده.

د A_2 مساحت د A مساحت لـه مخې و ښايو:

$$\text{Cos}\propto = \frac{A}{A_2} => A_2 = \frac{A}{\text{Cos}\propto}$$

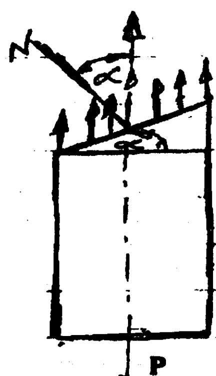
نو په دی ډول په 2-2 مقطع کې پوره (مکمل) فشار د لاندی فورمول له مخې پيدا کوو.

$$\rho = \frac{\rho}{A_2} = \frac{P.\text{Cos}\propto}{A} = \sigma.\text{Cos}\propto$$

پورتنيي معادله داسي څيړو:

$$P = \sigma\text{Cos}\propto$$

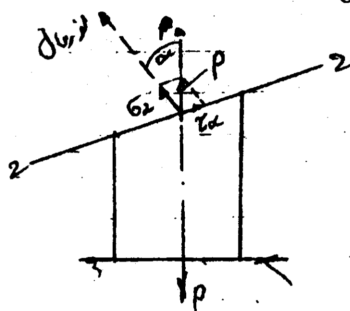
هر څومره چې د ∝زاويې قيمت زيات شي په همغه اندازه د P قيمت کميږي.



که ∝> , P< که $X=0^\circ$ شي نو Cos ∝ =1 سره وي او که $X=90^\circ$ شي نو Cos∝=0 او P=0 سره کيږي يعنې په هغو سطحو باندی چې د بروس د محورسره موازي دي پوره نورمالي فشارونه د صفرسره مساوي کيږي.P پوره ميخانيکي فشار په خپلو ترکيبي مرکباتو باندی ويشوو يعنې σ∝ او τ∝ په 2 –2 مقطع کې لهذا:

$$\sigma\alpha = P\text{Cos}\propto$$

$$\tau\propto = P\sin x$$



څرنګه چې $P = \sigma\text{Cos}\propto$

نو څکه $\text{Cos}\propto$ ، $\sigma\propto \quad = \sigma \quad \text{Cos}\propto$

$$= \sigma\,\text{Cos}^2\propto$$

$$\sigma\propto = \sigma.\ \text{Cos}\ 2\propto \quad .(1)$$

$$\tau\propto = \sigma\text{Cos}\propto .\text{Sin}\propto = \frac{\sigma}{2}\sin 2\propto$$

$$\tau\propto = \frac{\sigma}{2}\sin 2\propto \ ....(2)$$

د 1او 2 فورمولونو څخه ښکاره ده چې نورمال اومماس میخانیکي فشارونه د α زاویې پورې اړه لري یعنې هرڅومره چې α زاویه لوېږي په همغه اندازه $Cos^2 \alpha$ کوچنۍ کیږي او هرکله چې $\alpha = 0$ شي نو $Cos^2 \alpha = 1$ او $\sigma\alpha = \sigma$ سره کیږي او هرڅومره چې دα زاویه کوچنۍ کیږي په همغه اندازه د $Cos^2\alpha$ قیمت لویږي یعنې که $\alpha = 90$ شي نو $Cos^2 \ 90^o = 0$ او $\sigma\alpha = 0$ ده.

د α زوایې د لویوالي له مخې $\tau\alpha$ لوییږي او په همدې ډول $Sin2\alpha$ لوییږي.

$\tau\alpha = \tau max = \frac{\sigma}{2}$ که $Sin90^\circ$ شي او $\alpha = 45$ نو لیکلې شو چې:

$$\alpha = 45^o, Cos^2 45^o = \left(\sqrt{\frac{2}{2}}\right)^2 = \frac{1}{2}$$

$\sigma\alpha = \sigma ws^2 45^o = \frac{\sigma}{2}$ او که $\alpha = 0^\circ$ شي او یا $\alpha = 90^\circ$ شي نو

$$\tau\alpha = \frac{\sigma}{2}.\sin 2\alpha = \frac{\sigma}{2}\sin 2.90^o = \frac{\sigma}{2}\sin 180^o = 0$$

څرنګه چې $Sin \ 180 = 0$ دی نو فلهذا $\tau\alpha = 0$ سره کیږي.

نتیجه:

۱ـ ډیر زیات مماسي میخانیکي فشار په هغو سطحو کې پیښیږي چې د بروس د محور سره د 45° زوایې لاندې واقع وي.

۲ـ ډیر زیات نور مال میخانیکي فشار د بروس په محور باندې په عمودي سطحه کې پیښیږي.

۳- د بروس د محور سره په موازي سطحو کې نورمال او میخانیکي مماسي فشارونه صفردي یعنې: ◄ $(\alpha = 90^o); \delta\alpha = \tau\alpha = O$

یعنې د بروس د کشش او انقباض په وخت کې د بروس د امتدادي انتساجو (محورونو) ترمنځ ښکیینډل او شکیدل پیښیږي.

د3-3 مقطع د پاسه چې په 2-2 مقطع باندی عمود ده د میخانیکي فشارونو معلومول

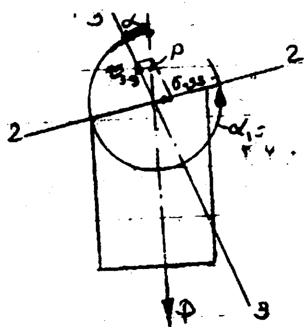
د بروس (میلې) د محور او دهغه د نورمال ترمنځ زاویه چې 2- 2 باندی عمود ده د ساعت د ستنی په مخالف جهت د $\propto$ سره مساوي ده. $\delta(+3\text{-}3)$ نورمال میخانیکي فشاراو $(\tau 3\text{-}3)$ مماسي میخانیکې فشار قیمتونه د 1 او 2 فورمولونو څخه چې د $\propto$ زوایه د $\propto_1$ زاويې له مخې عوض کړل شي لاسته راوړو:

$$\sigma_{3-3} = \sigma \cos^2 \propto_1 = \sigma \cos^2 (270 + \propto) = \sigma \sin^2 \propto \quad ....(1')$$

$$\tau_{3-3} = \frac{\sigma}{2} \sin 2\propto_1 = \frac{\sigma}{2} \sin 2(270 + \propto) = \frac{\sigma}{2} \sin(180 + 2\propto) = -\frac{\sigma}{2} \sin 2\propto \quad .....(2')$$

د 1 او 2او 1 او 2 فورمولونو د مقايسه کولو څخه دا لاندی نتیجه اخلو:

١ - په دوه متقابلو سطحو باندی نورمال میخانیکي فشار σ قیمت د مقدار له مخې مختلف دی اما د هغوی مجموعه په محور باندی په عمودي سطحه کې ثابته ده.



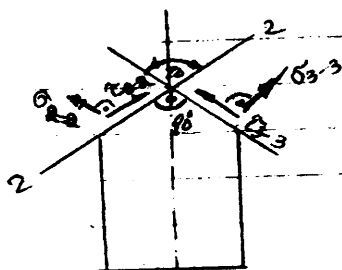
$$\sigma_{2-2} + \sigma_{3-3} = \sigma \cos \propto + \sigma \sin^2 \propto$$

$$= \sigma (\cos^2 \propto + \sin^2 \propto) = \sigma$$

$$\sigma_{2-2} + \sigma_{3-3} = \sigma$$

یعنې:

٢ ـ په دوه متقابلو عمودي سطحو کې مماسي میخانیکي فشار د مودول له مخې مساوي اما دجهت له مخې مخالف دي.



په دوه متقابلو عمودي سطحو کې مماسي فشارونه د مستقیمې زاويې په څوکه کې سره راټولیږي او یا دهغې څخه تار په تار جدا کیږي د دې حالت علت د شکل د بدلون په ټولو ډولونو کې لیدل کیږي او د مماسي فشار د جفت والي د

قانون په نوم یادیږي. مماسي فشارونه په دوه متقابلو عمودي سطحو کې د هغوی د ګډو یا شریکو ضلعو د تقاطع په نقطه کې اغیزه کوي او عدد یې سره مساوي دي.

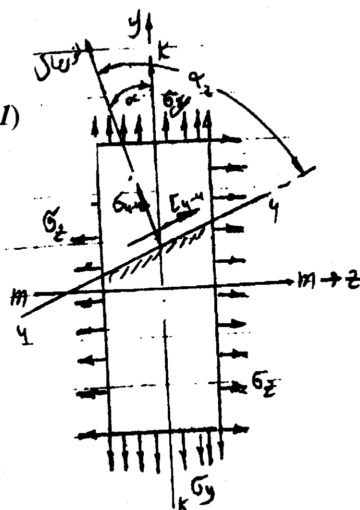
5-3 د دوه محوره کشش او انقباض په وخت کې په مایلو مقطعو کې میخانیکي فشارونه

فرضوو چې په بروس یا میله باندی نورمال میخانیکي فشارونه σ_y او σ_z دواړه اغیزه کوي که څه هم $\sigma_y < \sigma_z$ دي د $\propto d$ او $\propto 2$ زاویې د نورمال څخه ترعوض شوو محورونو K-K او m-m پورې نیول کیږي.

د 4 - 4 σ او$\tau 4y$ میخانیکي فشارونه که چیرې په 4-4 مقطع باندی نورمال او K-K محور ترمنځ زاویه $\propto 1$ او د m-m محور ترمنځ زوایه $\propto 2$ وي وټاکی. د بروس پورتنی برخه غورځوو د 4-4 σ او 4-4 τ پوره میخانیکي فشارونه د σy اوσZ د اغیزې څخه لاسته راوړو.

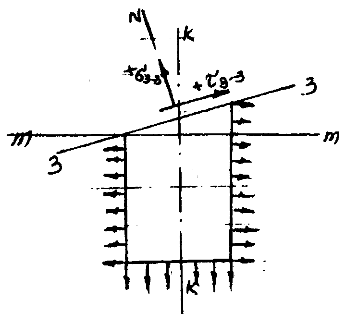
د قوو د تاثیر د اړیکو (رابطی) د نه لرلو د پرنسیپ د استعمالولو څخه په لاس راوړو چې:

$$\sigma_{4-4}=\sigma y\cos^2\alpha_1+\sigma_z\cos^2\alpha_2$$
$$=\sigma\cos^2\alpha 1+\sigma z\cos^2(90^0+\alpha 1)$$
$$\sigma 4-4=\sigma y\cos^2\alpha 1+\sigma z\sin^2\alpha 1\;....(1)$$
$$\tau 4-4=\frac{\sigma y}{2}\sin 2\alpha 1+\frac{\sigma z}{2}\sin 2\alpha 2$$
$$=\frac{\sigma y}{2}\mathrm{Sin}2\alpha 1+\frac{\sigma z}{2}\sin(90^0+\alpha 1)$$
$$=\frac{1}{2}[(\sigma y\sin 2\alpha 1+\sigma 1-\sin 2\alpha 1)]$$
$$=\frac{1}{2}(\sigma y\sin 2\alpha 1-\sigma z\sin 2\alpha 1)$$
$$\tau 4-4=\frac{\sigma y-\sigma z}{2}\sin 2\alpha 1\;.........(2)$$
$$\mathrm{Sin}(180^0+2\alpha)=-\sin 2\alpha)$$



5-4 دميخانيكي فشارونو د علامو قواعد

نورمال ميخانيكي فشار δ مثبت قيمت لري كه چيرې دهغې جهت په مايله مقطع باندی د خارجي نورمال سره هم جهتـه وي مماسي ميخانيكي فشـار مثبتـه علامـه (قيمت) لـري كـه چيرې د هغـې سره د خـارجې نورمـالونو د منطبقولو د پـاره د هغـې جهت د ساعت د ستنی پـه مطـابق جهت وڅرخـول شي.



5-5 د عمده ميخانيكي فشارنو مفهومونه

د 1او2 فورمولونـــو دتحليـــل څخـــه ښكاري چې پـه بـروس كـې د محـوري كشش او فشار (انقباض) پـه وخت كـې ځيني سطحی وجود لري چې په هغو كې مماسي τ∝فشار نشته (يعني $\propto = 90^0$. او $1\propto = 0$)په صورت كې.

نوموړې سطحي دعمـده سـطحو پـه نـوم ياديـږي او د دې سـطحو د پاسـه نورمال ميخانيكي فشار دعمده ميخانيكي فشار په نوم ياديږي.

د جسم د ارتجاعيت تيوري د هرې يوې نقطى لپاره د درې متقابلو عمودي عمده سطحو د جسم د فشار شتوالى ثبوتوي كه څه هم په هغو باندى عمده ميخانيكي فشار د مقدارله مخې بيلابيل دي.

قبوله شوې ده چې $\sigma^3 > \sigma^2 > \sigma^1$ دا د علامو پرنسيپ دى. د جسم د بحراني حالت له مخې د عمده فشار څخه يو يا دوه د صفر سره مساوي كيږي.

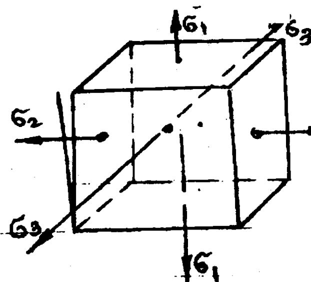
مثلاً:

۱ـ په محوري كشش او فشار كې $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$ او $\sigma_1 \neq 0$ دى. نوموړي بحراني حالت خطي ياد يو محوره بحراني حالت دى.

۲ ـ په دوه محوره كشش او فشار كې $\sigma_1 \neq \tau o$, $\sigma_2 \neq o$ او $\sigma_3 = o$ دى نوموړي بحراني حالت د سطحي (دوه محوره) بحراني حالت په نوم ياديږي.

۳ـ كه چيرې $\sigma_2 \neq o$ او $\sigma, \tau o$ او $\sigma_3 \neq o$ وي نوموړي بحراني حالت حجمي او (درې محوره) بحراني حالت په نوم ياديږي.

د خطي تغير شكل د معلومولو په وخت كې د قوو د تاثير د نه تعلق لرلو د پرنسيپ څخه گټه اخلو.

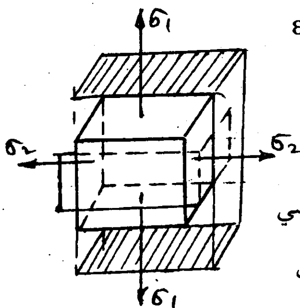


د σ_2, σ_1 او σ_3 داغيزې څخه دشكل بشپړ بدلون تاكو يعنې د σ_1 د تاثير څخه د شكل امتدادي تغير ε_1 حاصليږي.

دغه تغير د نسبي بدلون يا تغير په نوم هم ياديږي.

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta L}{L} = \frac{P.L}{EAL} = \frac{\sigma 1}{E};$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma 1}{E} \longleftarrow$$



د σ_2 داغيزې څخه انقباض لاسته راځي ε_2

عرضي
امتدادي
$$MI = \frac{\varepsilon.}{\varepsilon}$$

عرضي $\varepsilon = \mu . \varepsilon$

طولي $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{PL}{E.A.L} = \frac{\sigma 2}{E}$

په همدي ډول $\varepsilon_2=-\mu\frac{\sigma_3}{E}$ د σ_1 میخانیکي فشار د تاثیر څخه د شکل پوره بدلون حاصلیږي.

د هوك عمومي قانون یا د حجمي بحراني حالت

$$\varepsilon_1=\Sigma\varepsilon_i=\varepsilon_1+\varepsilon_2+\varepsilon_3=\frac{\sigma_1}{E}-\frac{\sigma_2}{E}\mu-\mu\frac{\sigma_3}{E}$$

$$=\frac{1}{E}(\sigma_1-\mu\sigma_2-\mu\sigma_3)$$

$$\varepsilon_1=\frac{1}{E}[\sigma_1-\mu(\sigma_2+\sigma_3]$$

$$\varepsilon_{11}=\frac{1}{E}[\sigma_2-\mu(\sigma_1+\sigma_3)]$$

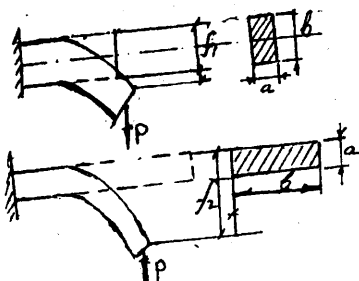
$$\varepsilon_{111}=\frac{1}{E}[\sigma_3-\mu(\sigma_1+\sigma_2)]$$

5-6 د هموارو مقطعو هندسي مشخصات عمده مفهومونه

د مستقیمو میلو دانبساط او انقباض په څېړلو کې څرګنده شوې ده چې د میلې مقاومت د هغې مقطع د مساحت سره متناسب دي.

که چیرې میله د کږیدلو په وخت کې فعالیت کوي $[\Delta L=\frac{NL}{EA};\sigma=\frac{N}{A}]$ نو دهغې شکل لږ څه تغیر کوي. $F_2>>F_1$

پدې ترتیب د عرضي مقطع د جهت بندئ له مخې په یو شان سطحوکې د میلې مقاومت د خارجي قوو د تاثیر په مقابل کې مختلف دي.



نو ځکه د عرضي مقطع مساحت په کوږوالي کې د میلې د مقاومت کولو قابلیت.نشي مشخصولې. پدی او یا د شکل د تغیر په نورو حالتونو کې د مقطع نور زیات پیچلي هندسي مشخصات استعمالیږي.

2 _ د سطحي ستاتيك مومنت

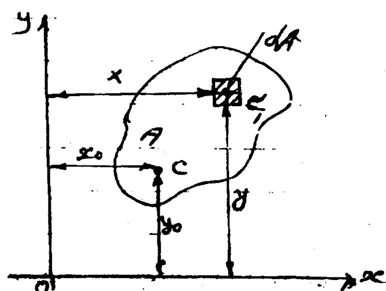
:(Static Moment of the Area)

د يو بروس يا يوې ميلې هموار ه مقطع (A) د Xoy په كيفي كوردينانو كې گورو. په نوموړې ، مقطع كښې يو ډېره كوچنۍ سطحه بيلوو او لاندې معادله ترتيبوو:.........

$$S_x = \int_A y dA = A.y_{ci} [mm^3, cm^3]$$

$$Sy = \int_A x dA = A.Xc$$

دغه پورتنۍ هندسي مشخصات نسبت د كاردیناتو محورونو ته د سطحو د ستاتيكي مومنتونو په نوم يادېږي. دسطحي ستاتيكي مومنت نظر يوه محورته په انتګرال كې د يوې ډېرې كوچنۍ سطحې او د مقطع د ثقل مركز څخه نږدې محوره پورې د فاصلې (انتګرالي) حاصل ضرب سره مساوي دی د محصلې د مومنت



په هكله د نظرې ميخانيك د وارين اون Varin own

$$(M_Z(\overrightarrow{R}) = \Sigma M_Z(\overrightarrow{pi})]$$

د تيورۍ په بنسټ څرګنده ده چې د كوچنيو سطحو ستاتيكي مومنتونو مجموعه نظر كوم يو محور ته د ټولې سطحې د مومنت څخه نظر دې محور ته مساوي دې يعنې د ټول شكل د مقطع مساحت ضرب هغه فاصله چې د ثقل مركز څخه تر محوره پورې ده كه چيرې د A سطحې له پاره د هغې كور دينات د X0 او Y0سره مساوي وي.

$$S_x = \int_A y dA = yoA; Sy = \int x dA = XoA$$

د ستاتيكي مومنتونو علامې مثبتې دي او په m^3 او Cm^3 سره يې اندازه كولې شو څرګنده ده چې ستاتيكي مومنت نظر هغه محور ته چې دشكل ثقل مركز څخه تيريدونكې وي د صفرسره مساوي دي (لكه چې: (X0=0 او Y0=0) هغه محورونه چې د ثقل مركز څخه تيريدونكې دي د مركزي محورونو په نوم يادېږي.

شپږم څپرکی

د انرشیا موءمنټ Moment of lńretia

6-1 دانرشیا موءمنټ مفاهمات

Defination of Moment of lnertia

ډیر انجنیري فورمولونه په خاصه توګه هغه چې د بیم (Beam) پایو (Columns) محکموالي او د دې $\int\rho^2 dA$ افادې درلودونکي دي چیرته چې ρ د dA څخه تر انرشیا د محور پورې عمودي فاصله ده.

اوبا$Ix = \int Ay^2 dA$ او $Iy = \int Ax^2 dA$ چې دغه انتګرالي شکل د انرشیا دموءمنټ په نوم یادیږي او یا په بل عبارت نظر د سطحې ستاتیك موءمنټ ته موءمنټ د انرشیا موءمنټ په نوم یادیږي. او دسطحې دوهم موءمنټ هم ورته ویل کیږي. د نوموړو مشخصاتو علامې د تل لپاره مثبت (+) او په mm^4,Cm^4 سره اندازه کیږي نوموړي موءمنټونه د محوري انرشیایي موءمنټونو په نوم سره یادیږي.

د انرشیا موءمنټ اصطلاح (Tirm) داسې منځته راغلې ده چې، قوه د جسم د کتلې او د دې تعجیل سره د(F = Ma) مساوات په زریعه مربوطه ده دغه مساوات د وارد شوو قوو لپاره چې زاویوي تعجیل او د جسم خوځیدنه ولري عبارت ده له: $F.d = [\int\rho^2 dM]\propto$

که چیرې لومړی معادله هغه قوه چې د تعجیل سره انرشیا ځلي مساوي کیږي تاکي پس په اساني سره دوهمه معادله کیداي شي چې د قوې موءمنټ چې د تعجیل انرشیا ځلې موءمنټ سره مساوي کیږي و تاکي د دې جملو دمقایسې څخه د $\int\rho^2 dM$ دانرشیا موءمنټ په نوم نومول شوی دی او په دی ترتیب د مساحت لپاره د $\int\rho^2 dA$افاده د مساحت دانرشیا موءمنټ په نوم یادیږي ، دانرشیا موءمنټ چې په مساحت باندی عمل کوي کومه حقیقي مانا نلري چې دا پخپله ازمویول کیږي او دا محضې، ریاضیکي اصطلاح ده چې په (I) سره یو ځای ښودل کیږي خو څرنګه چې دا د نورو

اصطلاح ګانو سره يو ځای ښودل کېږي يا استعماليږي لکه چې د بيم لپاره مختلفو فورمولونو کې: $\sigma = Mc / I$ تشنجات.
او دا يو مفهوم او معنی لري. د انرشيا د مومنټ رياضيکي فورمول و ښي. چې يوه ساحه په ډيرو کوچنيو برخو dA ويشل شوې ده اود دې هره برخه د ثقل د مرکز څخه تر وضعيه کميتونو د محور پورې د فاصلې په مربع کې ضرب شوي ده چې نوموړې فاصله د مساحت د مومنټ د بازو په نوم ياديږي، لکه چې په شکل کې ښودل شوي دي که چيرې د ډول ډول مساحتونو د ثقل مرکز کوردينات (X,Y) وي نسبت X محورته د انرشيا مومنټ د هرمساحت او د هغې د مومنټ د بازو (Y) د مربع د ضرب حاصل د مجموعې څخه عبارت دی يعني $Ix = \int y^2 dA.....(1)$ په ورته ډول نسبت Yمحورته د انرشيا مومنټ $Iy = \int x^2 dA.....(2)$

علامې او واحدات

Units and Sign 6-2

د انرشيا مومنټ علامه هميشه مثبت (+) ده ځکه که چيرې کور دينات يې منفي هم وي د مربع کيدو په صورت کې مثبت لاسته راځي. اود SI سيستم کې قياسي واحد يې Cm^4 او mm^4 دی د انرشيا د مومنټ علامه د مساحت پورې اړه لري.

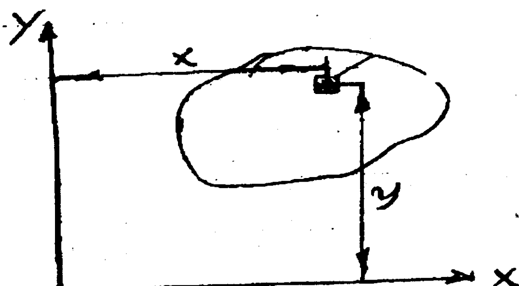


Figure 5:1

6-3 دانرشیا قطبي مومنټ

Polar Moment of Inertia 6-3

هغه مشخصات چې په انتګرالي معادله کې د یو عنصرمساحت dA او O پورې د مربعوي فاصلې د حاصل ضرب شکل ځانته غوره کوي هم استعمالیږي چې د قطبي مومنټ په نوم یادیږي:

$$J_p = \int_A \rho^2 dA \quad \dots(3)$$

د نوموړې (3) مشخصې علامه مثبت (+) ده او په Cm^4 او mm^4 سره اندازه کیږي پورتنۍ ذکرشوې مشخصه د قطبي مومنټ په نوم یادیږي. د قطبي او محوري انرشیایي مومنټونو ترمنځ رابطه ګورو:

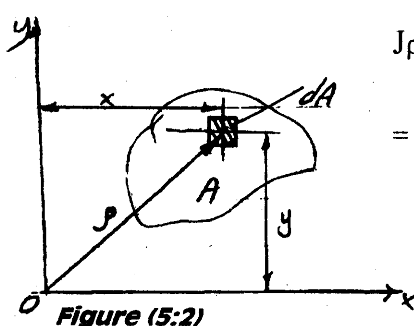


Figure (5:2)

$$J\rho = \int_A \rho^2 dA = \int_A (X^2 + y^2) dA$$

$$= \int_A X^2 dA + \int_A y^2 dA = Ix + Iy$$

ښکاره خبره ده چې په سطحه کې انتګرالي معادله د ټولو انتګرالونو د مجموعې سره چې د دې سطحې څخه د بیلابیلو برخو سره مطابقت ولري مساوي ده نو ځکه د پیچلو شکلونو د مقطعو له پاره نظر کوم یوه محورته د انرشیایي مومنټونو د محاسبه کولو په وخت کې شوني ده چې یوه سطحه په یولږ ساده او بسیطو شکلو (مستیطل، مربع ، مثلث اونور) باندې و ویشل شي اودهرې یوې برخې لپاره انرشیایي مومنټ نظر یو محور ته محاسبه شي نو هغه وخت د ټول شکل انرشیایي مومنټ د ټولې ترکیبې مقطع د مومنټونو دجمعې د حاصل په شان تاکل کیږي.

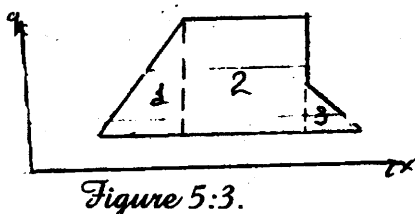


Figure 5:3.

$$Ix = I_{x1} + I_{x2} + I_{x3}$$
$$Iy = I_{y1} + I_{y2} + I_{y3}$$

د ټولو ترکیبي برخو د انرشیا مومنټ نظر یوه او یا بل محورته حتمي محاسبه کیږي د شکل د ټولو ترکیبي برخو د مومنټونو جمع کول نظر مختلفو محرونو ته ممکن ندي.

۶-4 د مقطع د ثقل مرکز

Center of Gravity of the Section

په پراکتیك کي زیاتره د شکل د مقطعي د انرشیایي مؤمنتونو تاکل نظر دکوردیناتو محور ته چې د پیل نقطه یې د ثقل مرکز سره منطبقه ده پیښیږي نظري میخانیك د مقطع د ثقل مرکز د لاندی میتودله مخې تاکي.

I_ د شکل مقطع په کوچنیو منظمو برخو باندې ویشي.

II _ د انتخابي کور دیناتو په کیفي محورونو کې د مقطع جهت بندي کوي په دی وخت کې که چیرې مقطع متناظر محور ولري نو د کوردیناتو یو محور حتمي د هغي سره منطبق کیږي.

Figure(5-4)

د کوردیناتو د پیل نقطه په خپله خوښه داسې غوره کیږي ترڅو چې د کوم یو کوچني شکل د ثقل مرکز سره منطبقه شي.

III - د کوردیناتو د غوره شوو محورونو لپاره په رسم کې د ټولو کوچنیو شکلونو د ثقل مرکز او دهغې محاسبه کول ښودل کیږي.

د محاسبې لاسته راغلي قیمتونه (نتیجې) جدول ته نقلوو:

SN / NN	Area (A)	Xi (Cm)	Yi (Cm)	Axi = Aixi (Cm^3)	Ayi = Aixi (Cm^3)	$Xc=\frac{\Sigma syi}{\Sigma Ai}$	$yc=\frac{\Sigma sxi}{\Sigma Ai}$
1.	2	3	4	5	6	7	8
2.	A1=	X1=	Y1=	A1x1=	A1y1=	$Xc=\frac{\Sigma S_{yc}}{\Sigma Ai}$	$Xc=\frac{\Sigma S_{yc}}{\Sigma Ai}$
3.	A2=	X2=	Y2=	A2x2=	A2y2=		
4.	A3=	X3=	Y3=	A3x3=	A3y3=		
5.	ΣAi=			ΣSyi=	Σ.Sxi		

د محاسبه شوي کوردیناتو له مخې په دی شکل کې د مقطع د ثقل مرکز پیداکیږي په پورتني جدول کې:

(Ai) = د کيفي کوچني شکل مساحت دی (i = 1,2,3, ...n)
(Xi) = د کيفي کوچني شکل د ثقل مرکز د Y محور کور دينات دی.
(yi) = د کيفي کوچني شکل د ثقل مرکز د X محور کور دينات دی.
(Sxi,Syi) = د کوچني کيفي سطحې ستاتيکي مؤمنتونه دي.
(yc, Xc) = د ټولې مقطع د ثقل مرکز کور دينات دی.

6-5 دانرشيا مؤمنت انتقالي فورمول

Transfer Formula for Moment of Inertia

د انرشيا مؤمنتونو ترمنځ (نظر موازي محورونو ته) ارتباط

زياتره وخت د دې لپاره چې محوري انرشيايي مؤمنتونـه محاسبه کړل شي ضرورت پيښيږي چې د انرشيا مؤمنټ د يو محور څخه بل موازي محور ته انتقال يا تبديل شي. د موازي محورونو د انتقال د ميتـود په واسطه کولې شو د انرشيا مؤمنټ بـدون د انتيـګرال نيولـو څخـه پـه لاس راوړو. مثـلاً فرضـوو چې د مقطعې انرشـيايي مؤمنـټ نظر X0 مرکزي محورتـه چـې د هغې د ثقـل مرکز څخه تيريږي معلوم دی يعنـې $I_{xo}=\int y_o^2 dA$ پکـار ده چې د دې مقطع انرشيا مؤمنټ نظر يو بل محور مثلاً X ته چې د نومـوړي محور سره مـوازي دی پيـدا کـړو چـې د دوی ترمنـځ فاصلـه d ده يعنـې نوموړې موازي محور د Xo محور څخه د d په فاصله مـوازي پروت دی په مقطع کې د dA يوه کوچنۍ سطحه جلا کوو د هغې د ثقل مرکز څخه د Xo محور پورې فاصله Y0=X0 او تر X محور پوريې d ده.
د مقطع انرشيايي مؤمنټ نظر X محور ته په لاندې توګه لاسته راځي:

$$[I=\int \rho^2 dA]$$

$$I_x=\int (y_o+d)^2 dA=\int yo^2 dA+\int d^2 dA+\int 2yoddA$$

$$I_x=\int yo^2 dA+d^2\int dA+2d\int yodA.........(a)$$

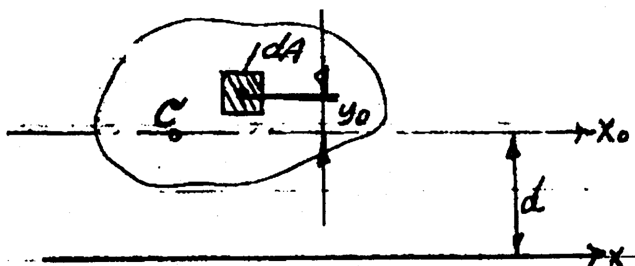


Figure (5:5) Moment of Inertion between Parallel axes.

څرنګه چې d د دوه موازي محورونو ترمنځ فاصله ده نو ثابت قيمت دی ځکه د إعلامې څخه د باندې ليکل شوېدی او-

$$2d\int yodA = AY = o$$

ځکه چې Y يا (YC) دوضعيه کميت د محوراو مرکزي محور ترمنځ فاصله ده په دی کې yo قيمت صفر دي ځکه چې د X0 محور د جسم د مرکز څخه تيريږي ياپه نوموړي محور باندی منطبق دی.

په نتيجه کې ليکلې شو چې،............... $\bar{I}_x + d^2 A$.......(5)

نوموړي الجبري معادله داسې لوستلی شو چې: د هرې توټې (مساحت) د انرشيا مومنټ نظر مربوطه محورته د هغه مساحت نظر مرکزي محورته د انرشيامومنټ او د محورونو ترمنځ د مربعوي فاصلې او مساحت د ضرب حاصل د مجموعې څخه عبارت دي دلته $\bar{I}_x$ نظر مرکزي محورته د يوې توټې د انرشيا مومنټ دی. د انرشيا قطبي مومنټ او تاويدنې قطبي شعاع ګانو لپاره مونږ د هر محور او موازي مرکزي محور لپاره $J=\bar{J}+Ad^2$ لروچې:

$Ak^2=\overline{Ak}^2+d^2A$

اطراف په A ويشو په لاس راوړو :

$K^2=\bar{k}^2+d^2$.........(2)

که چيرې په (a) معادله کې X0 مرکزي محوروي نو ستاتيکي مومنټ نظردې مرکزي محورته صفرکيږي دويم انتګرال صفرته تقرب کوي نو ځکه د مقطع د ثقل مرکز څخه تر Xo محوره پورې فاصله yo صفر سره برابره ده په اخير کې ويلې شو چې (5) فورمول د مقطع د مرکزي محورونو څخه نورو موازي محورونو ته دتيريدو فورمول دی.

6-6 - دانتګرال په واسطه د انرشیایي موئمنټونو پیدا کول
Moment of Inertia by Integration

د انتګرال په وسطه د انرشیا مومنټ معلومول د دې لپاره صورت نیسي چې مختلفې ساحې و تاکل شي.

او همدارنګه:

۱ _ د مختلفو مساحتونو ټولې برخې د وضعیه کمیت د محور څخه په مساوي فاصله پرتی دي یا.

۲_ د مختلفو مساحتونو دانرشیا مومنټ د وضعیه کمیت د محور په پام کې نیولو سره معلوم دي (د یو مساحت د انرشیا مومنټ د هغې دواړو برخود انرشیا مومنټونو د مجموعې سره برابردي).

لکه چې د مرکزونو په صورت کې د یوې ترکیبي مقطع د انرشیا مومنټ د هغې دواړو برخو د ټولو برخود انرشیا مومنټونو دجمع کولو په مرسته پیداکیږي هرکله چې د $\bar{I}$ قیمت په یوه خاصه نقطه کې معلوم وي او انتقالي فورمول د دې لپاره استعمالیږي چې د جسم د ډیرو برخو دانرشیا مومنټونه د وضعیه کمیتونو مشترك محور ته راجع کړو.

6-7 د ساده شکلونو انرشیایي مومنټونه
Moments of Inertia of the Simple Figures

۱- د مستطیل چې عرض یې b او لوړ والی یې h دی دانرشیا مومنټ پیدا کړئ که چیرې:

(a) مرکزي محور یې د مستطیل د قاعدی سره موازي وي.

(b) یو محور یې په قاعده باندی منطبق وي.

حل (Solution):

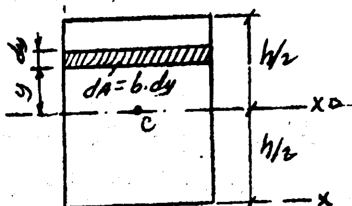


Figure (5:6)

د مستطیل انرشیایي مومنټونه نظر هغه محوونو ته چې د مستطیل د ثقل مرکز څخه تیریږي او د هغه د ضلعو سره موازي وي محاسبه کیږي د دې لپاره ټول مستطیل په

ډیرو کوچنیو لکه چې په شکل کې ښکاري تو تو باندي چې د X محور سره موازي وي ویشو او د جلا شوي عنصر ټولې برخې د X محور څخه په مساوي فاصله موازي واقع دي. د انرشیا مومنټ د اساسي فورمول څخه استفاده کوو او د مرکزي محور انرشیا مومنټ پیدا کوو.

$$\left[Ix = \int yo^2 dA\right]; \bar{I}x = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} y^2 bdy = b\left[\frac{y^3}{3}\right]\Big|_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} = b\left[\left(\frac{h^3}{3}\right) - \frac{(-h/2)^3}{3}\right]$$

b) محور په قاعده باندي منطبق دی مخکنی نتیجه د h/2 فاصلې له لارې موازي محور X ته چې په قاعده باندی منطبق دی انتقالیږي او د دې لپاره د موازي محورونو د انتقال میتود څخه ګټه اخلو یعنې:

$$I_{ox} = \bar{I}_X = \frac{bh^3}{12};$$

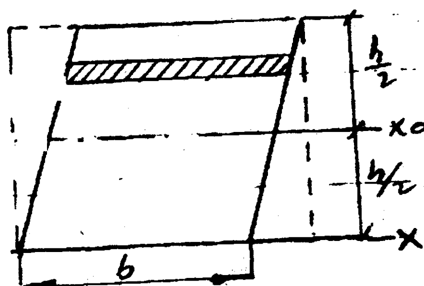


Figure (6:7)

$$[I_X = \bar{I}_X + Ad^2]$$

$$I_X = \frac{bh^3}{12} + (b.h)\left(\frac{h}{2}\right)^2 = \frac{bh^3}{12} + \frac{bh^3}{4} = \frac{bh^3}{3}$$

د متوازي الاضلاع لپاره (Fig 6-7) دانرشیا مومنټ عین قیمت لري یعنې:

$$\bar{I}_X = \frac{bh^3}{12}; I_X = \frac{bh^3}{3}$$

ځکه متوازي الاضلاع یوازې خپل شکل نظر مستطیل ته بدل کړی دی بلکې فاصلې تغیر نه دی کړی

د مثلث دانرشیا موٌمنټ

Moment of Inertia of Traingle

د مثلث دانرشیا مومنټ پیداکړئ که چیرې د مثٌلث قاعده b او ارتفاع h معلوم وي په داسې حال کې چې که:

(a) یو محور د مثلث په قاعده منطبق وي.

(b) مرکزي محور د مثلث د قاعدی سره موازي وي.

حل (Solution):

لکه چې په شکل کې لیدل کیږي یوه وړوکې ټوټه جدا کوو او د مثلثونو د مشابهت څخه لرو چې $X = (b/h)(h - y)$

د X محور په پام کې نیولو سره د مثلث د انرشیا مومنټ عبارت دی له:

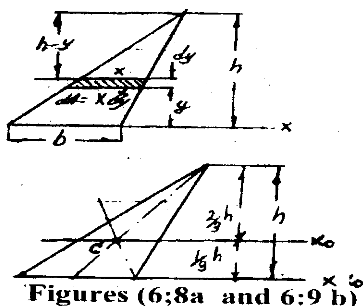
$[I_x = \int y^2 \, dA]$

$$I_x = \int_0^h y^2 x\,dy = \int_0^h y^2 \frac{b}{h}(h - y)\,dy = \frac{b}{h}\left[\frac{hy^3}{3} - \frac{y^4}{4}\right]_0^h$$

$$= \frac{bh^3}{12} : I_x = \frac{bh^3}{12} \ \text{ans}$$

مرکزي محور Centeroidal axis: د دې لپاره چې د مرکزي محور د انرشیا مومنټ Ix پیداکړو نظر قاعدې ته پیداشوي انرشیایي مومنټ قیمت مرکزي محور (Xo) ته چې د قاعدې یا X سره موازي دي را انتقالوو د بلې خوا د انتقال فاصله $h/3$ ده لکه چې په (شکل 8 - 6) کې ښودل شوي ده لهذا لروچې:

$[I_x = I_x + Ad^2]$ لدې ځای څخه



Figures (6;8a and 6:9 b)

$$\frac{bh^3}{12} = \bar{I}_x + (\frac{bh}{2})(\frac{h}{3})^2 \Leftrightarrow \frac{bh^3}{12} = \bar{I}_x + \frac{bh^3}{18}; \bar{I}_x = \frac{bh^3}{12} I_x \frac{bh^3}{18}$$

$\bar{I}_x \frac{bh^3}{36}$ ans

3 سوال: د يوې دايرې مساحت چې r شعاع لري او د قطري محور په پام کې نيولو سره د هغې د انرشيا مومنټ پيدا کړئ (Fig 6-9)

حل (Solution):

قطبي کور دينات پکاروو او وړوکی ټوټه جدا کوو لکه چې په شکل کې ليدل کيږي. $y = \rho \sin\theta$ د قطر په نظر کې نيولو سره د انرشيا مومنټ عبارت دی له:

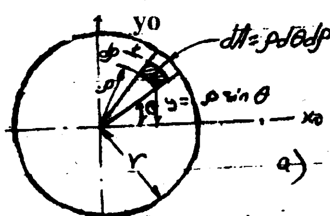
$$[I_x = \int y^2 dA]; \bar{I}_x = \int_0^r \int_0^{2r} \rho^2 \sin\theta \rho d\theta d\rho$$

$$= \int_0^r \int_0^{2r} \rho^3 \sin^2\theta d\theta d\rho = \int_0^r \int_0^{2r} \rho^3 d\rho \sin^2\theta d\theta = \frac{r^4}{4} \int_0^r \sin^2\theta d\theta = \frac{r^4}{4}\pi$$

$\bar{I}_x = \frac{r^4}{4}$ ans.

د لاند شکل لپاره يو الترنيت او ساده حل په کوم شکل کې چې وړوکې ټوټه (عنصر) د يوې کړی په حيث اخستل شوې ده يعنې: .... $dA = (2\pi\rho)d\rho$

د انرشيا قطبي مومنټ عبارت دي له: .... $[J = \int \rho_{dA}]$



د انرشيا مستطيلي مومنټونه په خرګنده توګه سره مساوي دي Ix =Iy ځکه چې يو د بل سره متناظر دي اوس نو لاندې افاده استعمالوو او لروچې:

$$[\bar{J} = \bar{I}_x + \bar{I}_y]; \frac{\pi r^4}{2} = \bar{I}_x + \bar{I}_x; \bar{I}_x = \frac{\pi r^4}{4} \text{Cheek.}$$

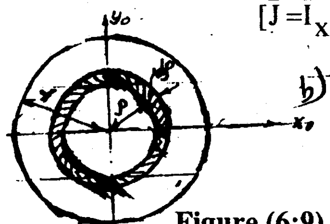


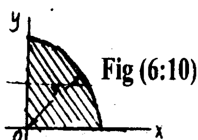
Figure (6:9)

4:سوال:

د مثلث چې قاعده يې b او ارتفاع يې h ده د مثلث پاسنۍ برخې څخه تير شوی محور چې د مثلث قاعدی سره موازې دی په پام کې نيولو سره د انرشيا مو منت

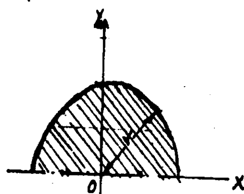
پیداکړئ د دوهم تشریحي سوال نتیجې او د موازي محورونو د انتقال طریقې په استفادی سره سوال حل کیږي.

ځواب: $I = bh^3/_4$


Fig (6:10)

5 - سوال: د دایرې د څلورمې برخې لکه چې په شکل کې لیدل کیږي د ورکړل شوو محورونو په پام کې نیولو سره د انرشیا مومنټ پیداکړئ.

ځواب: $ans: I_x = I_y = \frac{\pi r^4}{16}$


Fig (6:11)

6) سوال:- د ورکړل شوو محورونو په پام کې نیولو سره د نیم دایرې لکه چې په شکل کې ښودل شوې ده د انرشیا مومنټ معلوم کړئ.

$$ans: I_x = I_y = \frac{\pi r^4}{8}$$

7) سوال:- د قطر سره موازي مرکزي محور په پام کې نیولو سره ثابته کړی چې د نیمه دایرې د انرشیا مومنټ 0.11r4 دی که د نیمه دایرې شعاع r وي.

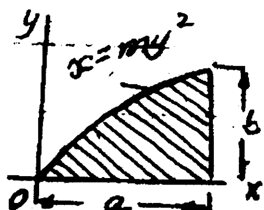


Figure (6:12)

8) سوال:- د دایرې د څلورمې برخې لپاره لکه چې په شکل (6-12) کې ښودل شوی ده د مرکزي محور X په پام کې نیولو سره د انرشیا مومنټ پیداکړئ.

ځواب:-.... $ans\bar{I}x = 0,055 r^4$

9) سوال: دیوې تړلې بیضوي لپاره چې معادله $\frac{X^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ یې ده د X محور په پام کې نیولو سره د انرشیا مومنټ او همدارنګه د تاویدنې (څرخیدنې) شعاع پیداکړئ.

ځواب:.. $Ans..\bar{I}_x = \pi ab^3/_4$

$\overline{K}_2 = \frac{b}{2}$

10) سوال: د لومړي ربع څخه د $y=100-0.04X^2$ په واسطه کټ شوي مساحت لپاره د y محور په پام کې نیولو سره د

انرشیا مومنټ او همدارنګه د انرشیا شعاع یا قطبي شعاع پیداکړئ دلته Xاو Y په ملي متر سره بنودل شوي دي.

ځواب :

Iy =(1 667x10⁶mm4)

ky =22.4mm

11) سوال:- د پارا بولي مساحت د X محور په پام کې نیولو سره ورکړل شوي شکل د انرشیا مومنټ پیداکړئ چیرته چې m یو ثابت قیمت دي.

$$I_x = \frac{2}{15} ab^3, \quad I_y = \frac{2}{7} a^3 b \quad \text{ans}$$

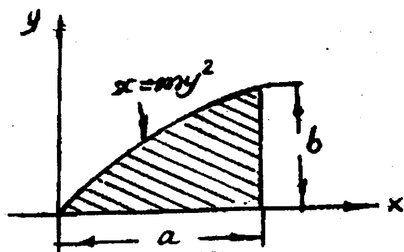


Figure (6:13)

6-8 د ترکیبي شکلونو د انرشیا مومنټونه

Moments of Inertia for Composite Areas

کله چې یوه ترکیبي مقطع راکړل شوي وي او هغه په منظمو هندسي اشکالو لکه (مثلث، مربع، مستطیل او نور) د تجزیې وړ وي او د نوموړو منظمو اشکالو د انرشیا مومنټ لامونږ له وړاندي پوهیږو نو د ترکیبي مقطع د انرشیامومنټ د دې ټولو وړو وړو جداګانه منظمو مقطع ګانو د انرشیا د مومنټونو د مجموعې سره برابر دي د دې عناصرو د انرشیا مومنټونو څخه وړاندې باید دا علاوه شي چې د دوی د ډیرو د انرشیا مومنټونه نظر د دوی محورونو ته مخکې له مخکې پیدا شوي وي د دې منظمو اجسامو د انرشیامومنټونه په لاندې جدول کې ترتیب شوي دي. د ځینو نورو ساختماني موادو لکه Channal, I-beam, angle او نورو ټول مشخصات په B جدول کې ځای په ځای شوي دي.

مثال:- د I مانند wide Flange beam ګاډر لپاره د X او Y محورونو په پام کې نیولو سره د انرشیا مومنټونه پیداکړئ Figure

حل (Solution):

ځرنګه چې د منظمو اشکالو دانرشیامومنټ مونږ ته لاله پخوامعلوم دی د هغه ترکیبي شکل چې د دې ډول شکلونو څخه تشکیل شوی وي د انرشیا مومنټ د دوی د انرشیا مومنټونو د مجموعې څخه عبارت دی او کولې شو چې په لاندی طریقو یې پیداکړو:

لومړی طریقه:- په لومړي سرکې ذکر شوي مقطع د یو مستطیل چې ابعاد یا اندازه یې (200X300) کې وي فرضوو او د دې انرشیامومنټونه نظرمرکزي محور یا تناظر محور ته عبارت دی له:

$$[\bar{I}_x = \frac{bh^3}{12}]; \frac{200 \text{x} 300^3}{12} = \frac{200 \text{x} 27 \text{x} 10^6}{12} = 450 \text{x} 10^6 \text{mm}^4$$

اوس د نومـوړې مقطـع د واړو خواتـه (260x90) مسـاحتونو دانرشـیا مومنټونه پیداکوو.

$$[\bar{I}_x = \frac{bh^3}{12}] = \frac{2[90 \text{x} 260^3}{12} = 263.6 \text{x} 10^6 \text{mm}^4$$

اوس د ټولې ساحې څخه د دغه دوه مستطیلونو د انرشیا مومنټونه منفي کوو او لرو:

$$Ix = 450 \text{x} 10^6 - 263,6 \text{ x } 10^6 = 10^6 (186.4) = 186.4 \text{x} 10^6 \text{ mm}^4 \text{ ans}$$

د $(260 \text{x} 20)_{mm}$ مسـتطیل-

$$\bar{I}_y = \frac{200^3 \text{x} 300}{12} = 0.173 \text{x} 10^6 \text{mm}^4$$

لپـاره د پورتـه دوه مسـتطیلونو

$$\bar{I}_y = 2[\frac{20 \text{x} 200^3}{12}] = 26,67 \text{x} 10^6 \text{mm}^4$$

لپاره بـالاخره ټولـې سـاحې لپاره چې خط خط شوې ده لروچې:

$$Iy = (0.173 + 26.67) \text{x } 10^6 = 26.84 \text{x} 10^6 \text{mm}^4 \text{ .... ans.}$$

دوهمـه طریقـه:- نوموړی ترکیبي مقطع په دري منظمو مستطیلونو باندی ویشو دکومو انرشیا مومنټ چې له پخوا څخه پیژنو یعنې:

$$[\bar{I}x = \frac{bh^3}{12}].I_{x1} = \frac{200x20^3}{12} = 0.13x10^6 mm^4$$

$$\bar{I}_{y1} = \frac{200^3x20}{12} = 13.33x10^6 mm^4$$

$$\bar{I}_{x2} = \frac{20x260^3}{12} = 293x10^6 mm^4, \bar{I}_{y2} = \frac{200^3x20}{12} = 13.33x10^6 mm^4$$

$$I_x = 2[0.13x10^6 + 4000x(140)^2] + 29.3x10^6 + 260x20x0^2 =$$

$$= 2(78.53x10^6) + 29.3x10^6 = 185.4 mm^4$$

$$I_y = 2[13.33x10^6 + 4000x0^2] + 0.17 + 260x20x0^2 = 26.83 mm^4.$$

$$\bar{I}_{y2} = \frac{20^3x260}{12} = 0.17x10^6 mm^4; \quad \bar{I}_{x3} = \frac{200x20^3}{12} = 0,13x10^6 mm^4$$

پوښتنه:

یو تیر (girder) د څلورو ټوټو څخه تشکیل شوې دی:.......................

Angle 150x150x13mm
Web plate 600x20mm
2flang plate 460 x20mm او

لکه چې په شکل کې ښودل شوي دي د angle د انرشیا مومنټ نظر د دې مرکزي محور ته عبارت دی له:

$I_x = I_y = 8.05x\ 10^6\ mm^4$ او مساحت يې $A = 3730mm^2$ او کوردینات يې $X = y = 42.3mm$. د مرکزي محور Xo په پام کې نیولو سره د نومورې بیم د انرشیا مومنټ محاسبه کړئ.

حل (Solution):

د لته د هر عنصر لپاره دانرشیا مومنټ د انتقال قضیه د تطبق وړ ده یعنې $I_x = I_x + Ad^2$ د ویب پلیټ لپاره...........

$$I = \frac{20x6000^3}{12} + (20x600)0^2 = 360x10^6 mm^4$$

دفلنجي دوه پلیټونو لپاره.....

$$I = 2[\frac{460x20^3}{12} + (460x200)315^2]$$

$$= 1830x10^6 mm^4$$

د څلور زاویه ګانو یا angles لپاره:

$$I = 4[8.05x10^6 + (3730)(305-423)^2] = 1060x10^6\ mm^4$$

د ټول جسم لپاره:

$I_x = (360+1830+1060)\ 10^6\ mm^4$
$= 3250 \times 10^6\ mm^4$ ans ځواب......

تمرین:

۱ ـ د T ډوله شکل (6:16) لپاره دانرشیا مومنټ دهغې مرکزي محور X0 په پام کې نیولو سره محاسبه کړئ.

ځواب: y = 3.5in. Ix = 29/in4

۲ ـ د ورکړل شوي مساحت د مرکزي محورونو په پام کې نیولو سره د هغې دانرشیا مومنټ محاسبه کړئ.

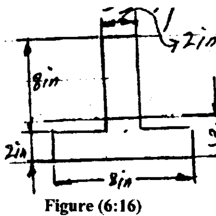


Figure (6:16)

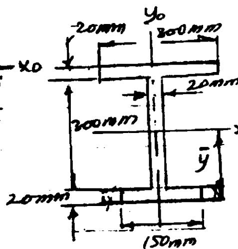


Figure (6:17)

ځواب:

y = 202mm
$I_x = 260 \times 10^6 mm^4$
$I_y = 50.8 \times 10^6 mm^4$

۳) د متساوي الاضلاع زاويې (equal angle) قاعده b افقي پرته ده وښياست چې افقي او عمودي محورنو په پام کې نیولو سره مرکزي انرشیایي مومنټونه سره مساوي دي.

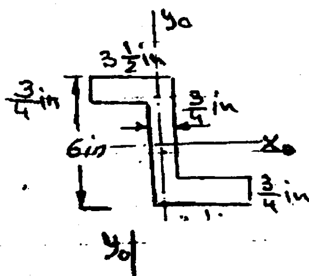
۴) يو منظم شپږ ضلعي چې هره ضلعه يې a ده نظر يو محور ته چې دوه متقابل پاسنۍ سطحو له لارې تيريږي د انرشيا مومنټ محاسبه کړئ.

Ans....$I = (5\sqrt{3}/16)0^4$

۵) لاندی 200x 300mm مستطيل لپاره نظر X محور ته د انرشيا مومنټ پيدا کړئ که چېرې مستطيل د $\theta = Sin^{-1}(4/5)$ زاويه په اندازه نسبت X محور ته کوږ شوی وي داسې يې فرض کړئ چې جسم په A, B او C برخو تجزيه شوی دی.

ans.....$I_x = 516 \times 10^6 mm^4$

۶) سوال:- Z مانند ه عرضي مقطع دانرشيا مومنټ معلوم کړئ يعنې:



$Ix = Iy?$

ځواب : ans....$Ix = 42.1in^4$

$Iy = 15.4in^4$

۷) دوه C200x28 چینلونــه ســره یوځای اېښودل شوي دي او لاندې شـکل یـې ځانتـه غـوره کـړی دی لکه چې رسم کې ښکارېږي دواړه چینلونه یو له بل څخه څومره لیرې فاصله کې واقـع دي کـه چیرې د نومړي مقطع لپاره$Ix=Iy$ وي.

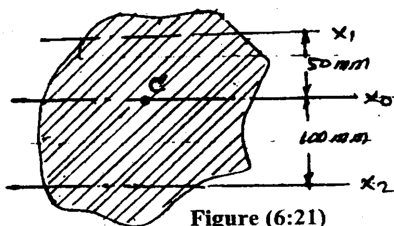


Figure (6:20)

۸) د خــط خــط شــوي شــکل مساحت $40x \ 10^3mm^2$ دی کـه چیرې $I_{x1} = 250x10^6mm^4$ وي I_{x2} معلوم کړئ.

ځواب: ans....$I_{x2}=550x \ 10^6mm^4$

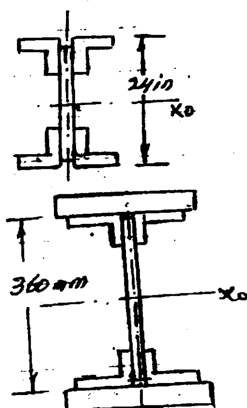


Figure (6:21)

۹) څلـور زاویــه ګانــې angles د ورو تېتو پلیټونـــــــو $6x4x^1/_2in$ سره داسې ولډنګ flanges24x5in شوي دي چې یو ګاډرېږ جوړ کړی دی د نوموړي ګاډر لپاره د I_x دانرشیامومنټ محاسبه کړئ.

۱۰) د پلیټونـو د زاویــه ګانـو څخـه یـوه پایــه ترکیــــب شـــــوې ده چـــــې څلــــور زاویــــه ګانی (angles) 200x100x13mm دیـو پلیـټ 350x200mmاو دوه فلنجونــه (flanges) چـــې هريو يې 460x60mm کې اندازې لري یـو د بـل سره ولــډنګ شـوي دي البتــه د شــکل مطـابق د نومـوړي جسم لپـاره I_x او Iy قیمتونـه معلـوم کړئ.

Figures (6: 22 - 23)

ځواب: ans $I_x = 29\ 10x\ 10^6\ mm^4$

$I_y = 1140x\ 10^6 mm^4$

۱۱) د جوړې شوې پایې مرکزي انرشیایي مومنتونه پیداکړئ، پایه د دوه 400x10mm پلیټونو او دوه ناوه ایز ګاډرونو یا چنلونو Channels د یو ځایکیدو څخه حاصله شوې ده د چینل اندازې (310x3) کې دي.

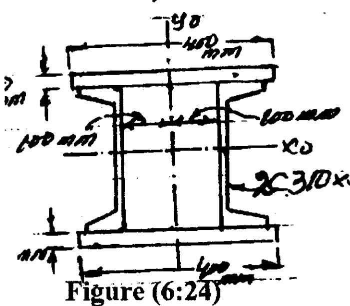


Figure (6:24)

12) پوښتنه:- څلور Z مانندہ میلې (Bars) چې ټول خصوصیات یې په شکل (6:25) کې ذکر شوي دي د یوپلیټ 12xlin سره پرچې کاري شوي دي چې په لاندی ډول مقطع یې جوړه کړې ده مرکزي انرشیایي مومنټ یې حاسبه کړئ.

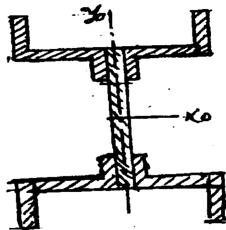


Figure (6:25)

ځواب:

ans .. $Ix = 1300in^4$

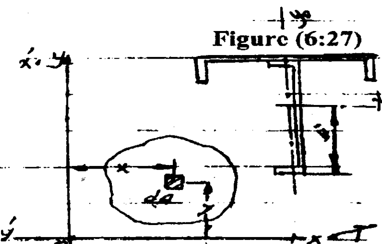
$Iy = 592in^4$

13) پوښتنه:- یو چینل C10x15.3 د یو ګاډر W 14x34 (Beam) (Channel) د پاسنۍ برخې سره ولډنګ شوې ده د Y کور دینات او نسبت مرکزي محور X ته د انرشیا مومنټ محاسبه کړئ.(شکل 2.26)

پوښتنه:- دوه چنلونه C250x23 د شکل مطابق سره ولډنګ شوي دي د Y کوردینات او Ix دانرشیامومنټ محاسبه کړئ. شکل 2:27)

ځواب: $Y = 185.8mm\ Ix = 48.5x10^6 mm^4$

Figure (6:27)



Figurers (6:28)

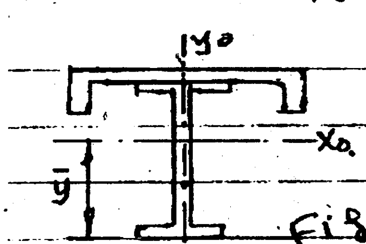


Figure (6:26)

۶،۹ د انرشیا محصول (فرار المرکز انرشیا مومنټ)

Product of Inertia

د فرار المرکز انرشیا مومنټ یوه ریاضیکي اصطلاح ده چې په دی $\int xydA$ ډول ښودل کیږي او د P په توري او کله کله د Ixy سره ښودل کیږي فرارالمرکز انرشیامومنټ د انرشیامومنټ په شان ډیر زیات استعمالیږي. لاکن په داسې مسایلو کې لکه دانرشیا اعظمي مومنټ او اصغري مومنټ د بیمونو د غیر متناظر کوږوالي او د غیر معین یا نا معین فریمونو په ساختماني تجزیې یا تحلیل کې ضرور دي د فرارالمرکز انرشیا مومنټ قیاسي واحد د انرشیا مومنټ د قیاسي واحد په شان دي یعنې که چیرې اوږدوالی په Lسره وښایو نوقیاسي واحد به یې (L^4) وي. دانرشیا مومنټ برخلاف د فرارالمرکز مومنټ علامه د مساحت د موقعیت پورې اړه لري چې د محورونو سره اړیکه لري د فرارالمرکز انرشیا مومنټ علامه مثبت ده که چیرې ساحه په I او III ناحیه کې واقع وي او منفي کله چې ساحه په II او IV ناحیه کې واقع وي د مثال په توګه په لاندی شکل (Figure 6:29) کې مساحت د XY محورونو په لومړۍ ناحیه کې واقع دی او د- $P_{xy} = \int xydA$ علامه مثبت ده ځکه چې د مساحت د ټولو ټوټو x او y کوردنیات مثبت دي خو د کوردیناتو دمحورونو د نوي سستم په پام کې نیولو سره X او Y چې زاړه محورونه د ساعت د ستنی په مخالف جهت د $90°$ زاویه په اندازه دوران کوي د اصلي موقعیت څخه بی ځایه کیږي او په IV ناحیه کې واقع کیږي د dA نوی کوردینات X=Y او Y= X دی ځکه نو د نوي محورونو په پام کې نیولو سره فرارالمرکز انرشیامومنټ عبارت دی له:

$$P_{xy} = \int xy\, dA = \int y(-x)dA = -\int XyA = -P_{xy}$$

نوموړي افاده یوازې دعلامې د ټاکلو معنیٰ نه ورکوي بلکې دا ښیي چې د محورونو د دوران په صورت کې یو بحراني حالت رامنځته کیږي چې پکې د فرارالمرکز انرشیا مومنټ ممکن خپله علامه بدله کړي، او صفر قیمت

ولري د داسې حالت په وخت کې د کوردنياتو محورونه د مساحت د اصلي محورونو په حيث پېژندل کيږي چې د دې ځيرنې په نږدې راتلونکي کې اجرا کيږي.

د فرارالمرکز انرشيا مومنتونه د تناظر محورونو په پام کې نيولو سره صفردی.

Product of inertia moment is zero with respect to axes of symmetry.

که چيرې يو مساحت يو د تناظر محور ولري دا محور د بل هر محور سره چې دی ته عمود دی د محورونو يو سستم جوړوي چې د انرشيا فرارالمرکز مومنټ يې صفر دی. د T متناظر سکشن چې په شکل (6:29) کې ښودل شوي په نظر کې نيول ممکن دا لاره پرانيزي چې د هرې يوې ټوټې لکه A سره يوه بله برابره ټوټه B موجوده ده. Y د تناظر محور په پام کې نيولو سره د A او B لپاره کوردنيات يو دبل سره برابر دي مگر علامې يې مختلفې دي ليکن نظر X محورته د Y کوردينات د نوموړو ټوټو لپاره سره برابر دي او يو شان علامه لري ځکه نو د A او B لپاره د فرارالمرکز انرشيا مومنټ (دانرشيامحصول) صفردی او دا داسې راوښايي چې د فرارالمرکزانرشياومنټ قيمت صفردی او د وضعيه کميتونو محورونه به د تناظر محورونه وي. په لنډ ډول ويلې شو چې نظر د تناظر مرکزي محورونو ته دفرار المرکز انرشيامومنټ قيمت صفر دی.

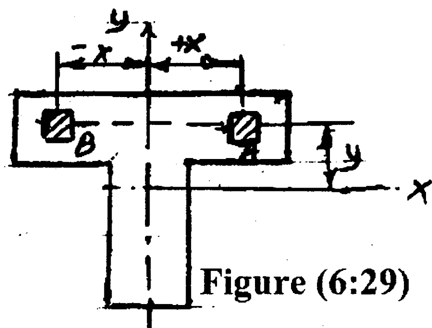


Figure (6:29)

۷، دفرار المرکز انرشیایي مؤمنټ لپاره د انتقال قضیه

یوه غیرمنظمه ساحه چې مساحت یې A دی او نسبت مرکزي محورونو ته فرارالمرکز انرشیایي مومنټ په pxy سره ښودل شوې فرضوو چې د موازي محورونو X او Y سستم داسې واقع دي چې کوردینات یې د نامنظمې ساحې د مرکز څخه X او Y وي چې د نوموړو محورونو سره اړیکي لري د فرارالمرکزانرشیایي مومنټ د اساسي تعریف څخه د مرکزي محورونو په نظرکې نیولو سره لرو:

$$\overline{P}_{xy} = \int_{xy} dA ....(a)$$

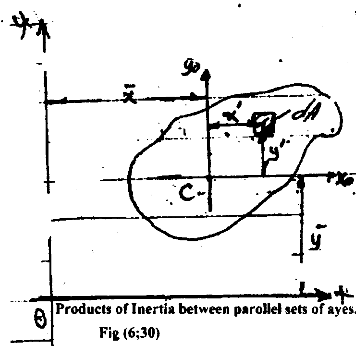
د X او Y موازي محورونو دسیستم په پام کې نیولو سره لرو:

$$Pxy = \int(x+x)\ (y+y)\ dA.\ ...b$$

د b معادلې دانکشاف څخه په لاس راځي

$$Pxy = \int xydA + x\int ydA + y\int xA + xy\int dA...(C)$$

باید په یاد ولرو



Products of Inertia between parollel sets of ayes.
Fig (6;30)

چې د c په افاده کې منځنې ترمونه د مساحت مومنټ په لاس ورکوي چې د مرکزي محورونو سره اړه لري او د X او Y ثابت کمیتونو کې ضرب شوي دي څرنګه چې نظر مرکزي محورونو ته د مساحت مومنټ صفر کیږي . په پای کې C افاده لاندې شکل غوره کوي.

$$Pxy = Pxy + Axy\ ......(D)$$

نوموړي فورمول د فرارالمرکز انرشیا مومنټ داساسي فورمول په حیث پیژندل شوی دی.

مثال:- نظرX محور ته د قایم الزاویه مثلث فرارالامرکز انرشیا مومنټ پیدا کړئ:

حل:- فرض کوو چې X او y د Ad مرکز کوردینات دی د فرارالمرکز انرشیا مومنټ اساسي فورمول $Pxy = \int xydA$ څخه استفاده کوو. د ذکرشوي مثلث لپاره یوه کوچنۍ ساحه کومه چې خط خط شوې ده جدا کوو یا ټاکو نوموړې ساحه د مثلث د قاعدی سره موازي ده د دې کوچنۍ ساحې مساحت

$dA = X.dA$ دی او مرکزي کور دینات یې X/2 اوy دی د دوه مثلثونو مشابهت څخه لرو:...................... $\frac{X}{h-y} = \frac{b}{h} <=> X = \frac{b}{h}(h-y)$

څکه نو:-................................ $dA = Xdy = \frac{b}{h}(h-y)dA$

د فرارالمرکز انرشیا مومنټ د تعریف څخه لرو:

$$[P = \int XydA]$$

$$P_{xy} = \int_0^h [(1/2b/h)(h-y)]y[\frac{b}{h}(h-y)dy]$$

$$= \frac{b^2}{2h^2}\int_0^h (h^2y - 2hy^2 + y^3)dy$$

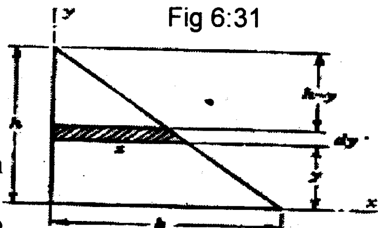
$$= \frac{b^2}{2h^2}\left[\frac{h^2y^2}{2} - \frac{2hy^3}{3} + \frac{y^4}{4}\right]\Big|_0^h$$

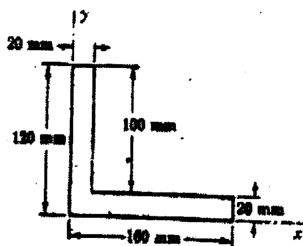
$$= \frac{b^2h^2}{4} - \frac{b^2h^2}{3} + \frac{b^2h^2}{8}$$

$$= \frac{6b^2h^2 - 8b^2h^2 + 3b^2h^2}{24} = \frac{b^2h^2}{24}$$

$$P_{xy} = \frac{b^2h^2}{24} \text{....ans}$$

Fig 6:31

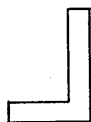




مثال:

د x او Y محورونو په پام کې نیولو سره د زاویوي مقطع فرارالمرکز انرشیامومنټ پیدا کړئ.

حل:- (Solution): نومړي مقطع د دوه مستطیلونو څخه متشکله ده.
لومړی مستطیل mm[100x20] او دوهم مستطیل (160x20)mm کې دی
د نوموړي مستطیل لپاره مرکزي محورونه چې X او Y ته موازي دي
متناظر محورونه ذي ځکه نو د دې مستطیل لپاره فرارالمرکز انرشیایي
مومنټ صفر دی د بل مستطیل لپاره همدا ډول حالت دی ځکه نو د
ترکیبي ساحې لپاره لرو چې: [Pxy =Pxy+Axy]



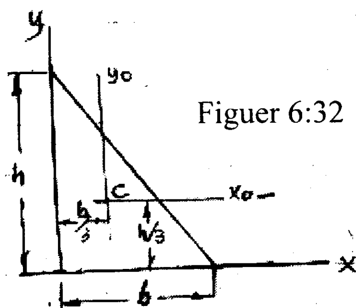
د 100x20mm مستطیل لپاره:

$$Pxy = (100x20)x10x70 = 1,4x10^6 mm^4$$

د $Pxy = (160x20)x80x10 = 2,4x106mm4$ مستطیل
لپاره 160x20 mm د ټولې ترکیبي مقطع یا مساحت لپاره

$$Pxy = (1,4+2,50)\ 10^6 = 3,96x10^6\ mm^4$$

که چیرې زاویه نسبت لومړي حالت ته 90° د ساعت د ستنې په مخالف
لوری دوران وکړي د Pxy همدا
قیمت مګر د مخالفې علامې سره
لرونکی حاصلېږي یعنې
نوموړي $Pxy=-3.\ 69x10^6mm^4$
قیمت د زاویې لپاره چې 90° دوران یې
کړې دی معادل دی یعنې: pyx= pxy



Figuer 6:32

مثال:- د ورکړل شوي مثلث لپاره
نظر مرکزي محورونو ته د فرارالمرکز
انرشیایي مومنټ پیدا کړئ مرکزي محورونه په شکل کې ښودل شوي دي.
حل (Solution):
د تیر مثال د حل څخه لرو چې:

$$P_{xy}=\frac{b^2h^2}{24}$$

او دانتقال قضې څخه په استفادې سره لرو چې:

$$[P_{xy}=\bar{P}_{xy}+A\bar{x}\bar{y}];\frac{b^2h^2}{24}=\bar{P}_{xy}+(\frac{bh}{2})(\frac{b}{3}\cdot\frac{h}{3})=\bar{P}_{xy}+\frac{b^2h^2}{18}$$

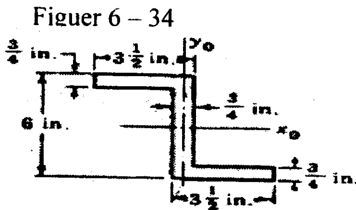
$$\bar{P}_{xy}=\frac{b^2h^2}{24}-\frac{b^2h^2}{18}=-\frac{b^2h^2}{72}$$

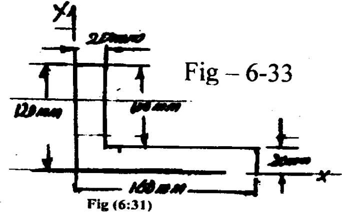
تمرین:-

1) د X او Y محورونو ته موازي نظر د زاویې مرکزي محورونو ته فرار المرکز انرشیایي مومنټ پیداکړئ.

ans...Pxy=-5.17x106mm4خواب

Figuer 6 – 34



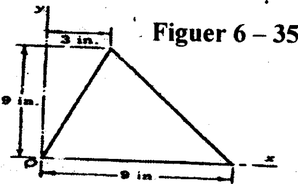


۲ _ په رسم کې ښودل شوی Z مانند مقطع لپاره دانرشیافرارالمرکز مومنټ نظر د هغې مرکزي محورونو Xاو Y ته پیداکړئ.

ځواب: Pxy = - 18.9m4

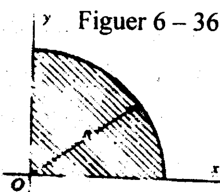
۳ _ په رسم کې ښودل شوی مثلثي مقطع لپاره فرارالمرکزانرشیایي مومنټ نسبت دهغې Xاو Y محورونو په پام کې نیولوسره پیداکړئ.

ځواب: $Pxy = 455.6\ in^4$



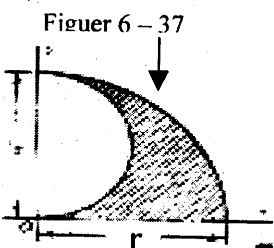
Figuer 6 – 35

۴ _ په رسم کې ښودل شوی مثلثي مقطع لپاره د مرکز څخه تېښتیدونکي انرشیایي مومنټ نظر دهغې مرکزي محورونو ته چې د Xاو Y محورونو سره موازي دي پیداکړئ. ځواب : - = Pxy $30.4in^4$



Figuer 6 – 36

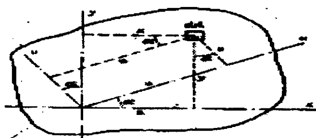
۵ _ د دایرې د څلورمې برخې لپاره د انرشیا فرارالمرکز مومنټ نسبت Xاو Y محورونو ته معلوم کړئ. ځواب : $Pxy = r^4/8$



Figuer 6 – 37

۶ _ د X او Y محورنو او د تیر سوال د نتایجو په نظر کې نیولو سره د خط خط شوې برخې لپاره فرارالمرکز انرشیا مومنټ محاسبه کړئ.

ځواب : ans.....$Pxy = r^4/12$



Figuer 6 – 38

Moment of inertia with Respect to inclined axes.

6-10 د محورونو د مایلان په صورت کې دانرشیاموُمنټ

Moment of Inertia with respect to Inclined axes

په ځینو مواردو کې د دې اړتیا پیښیږي چې نظر هغه محورونو ته چې نسبت عادي محورونو ته يې مايلان پيداکړی وي. د انرشيا موٌمنټ .پیداکړی شي په داسې حالاتو کې د انرشیا موٌمنټ د اصولي جمله سازئ په واسطه پیداکیدا شي. خوعام فورمول معمولاً ډیر اسان استعمالیږي. او نوموړي مسئله ممکن په لاندی ډول ذکر شي:

فوضوو چې Ix او Iy او Px قیمتونه نظر X او Y محورونو ته معلوم دي نسبت U او V مجورونو ته چې د $\propto$ زاويې په اندازه نظرX او Y محورونو ته مایلان لري د انرشیاموٌمنتونه Iu. IV او Pu پیداکوو. شکل ته زیر شئ.

د dA مقطع کوردینات د X او Y محورونو او U او V د نوموړو محورونو په نظر کې نیولو سره ورکړل شوي دي پس لروچې.

$$\left\{\begin{array}{l} V = y\cos\propto - x\sin\propto \\ U = y\sin\propto + x\cos\propto \end{array}\right\} \quad (a)$$

د تعریف له مخې:-

د $[I=\int \rho^2\, dA]$ Iu او IV قیمتونه عبارت دي له:

$Iu=\int v2dA......(b)$ او $Iv = \int u^2dA .....(c)$ د b په معادله کې د v په ځلې قیمت د a دافادې څخه وضع کوو او لرو:

$$Iu = \int (y^2\cos^2\propto - 2Xy\,Sin\propto\cos\propto + X^2\,Sin^2\propto)dA$$

$$Ix = \int y^2dA;\ Iy = \int X^2\,dA \text{ and } Pxy = \int Xy\,dA$$

څرنګه چې پورتني افاده داسي شکل څانته غوره کوي.

$$Iu = I_X \cos^2\alpha + Iy\sin^2\alpha - Pxy\sin 2\alpha \ ....(d)$$

که چیرې $\sin^2\alpha = \frac{1-\cos 2\alpha}{2} ...and \rightarrow \cos^2\alpha = \frac{1+\cos 2\alpha}{2} .....(e)$

د d په افاده کې تعویض شي نو نتیجه یې عبارت ده له:

$$Iu = \frac{Ix+Iy}{2} + \frac{Ix-Iy}{2}\cos 2\alpha - Pxy\sin 2\alpha \ ....(f)$$

په ورته توګه د u قیمت د a معادلې څخه د c په افاده کې دهغې په څای وضع کوو او پلاس راوړو:

$$Iv = \int(y^2\sin^2\alpha + 2xy\sin\alpha\cos\alpha + X^2\cos^2\alpha)dA$$

او یا: $I_V = I_X\sin^2\alpha + Iy\cos^2\alpha + Pxy\sin 2\alpha \ ....(g)$

د e په افاده کې اړیکي د g افاده په لاندي شکل بدلوي

$$I_V = \frac{Ix+Iy}{2} - \frac{Ix-Iy}{2}\cos 2\alpha + Pxy\sin 2\alpha \ ....(h)$$

کله چې د l_x، l_y او p_{xy} قیمتونه معلوم شول د f او h افادې د Iu او lv قیمتونو د پیداکولو لپاره مجاز دي.

په نتیجه کې f او h افادې جمع کول لاندی افاده په لاس ورکوي.

$I_u + lv = l_x + l_y$. نو نوموړي افاده و ښایي چې د انرشیا مومنټونو مجموعه نسبت کومه یوه مستطیلي محورونو ته چې د یوې نقطې څخه تیریږي یو ثابت کمیت دي چې دا نتیجه د قطبي مومنټ دقضیې څخه هم ثابتیداي شوه یعنې دانرشیا قطبي مومنټ Iz دانرشیا د مومنټونو مجموعه ده چې د مستطیلي محورونو په نظر کې نیولو سره چې د قطبي محورونو څخه تیریږي له لارې پیداکیږي. لدې کبله څرنګه چې I z یو ثابت کمیت دی مونږ د پخوا په شان لیکلي شو چې:

$l_z = l_x + l_y = l_u + l_v$ د دې لپاره چې نظر u او v محورونو ته فرار المرکز انرشیا مومنټ Puv پیداکړو.

$$Puv = \int uvdA ......(I)$$

د u او v قیمتونه د a په افاده کې وضع کوو په لاس راوړو.

$$P_{uv} = \int (y^2 \sin\alpha \cos\alpha + xy\cos^2\alpha - xy\sin^2\alpha$$

$$-x^2 \sin\alpha \cos\alpha) dA = \frac{Ix}{2} \sin 2\alpha + Pxy\cos^2 - PxySin^2\alpha$$

$$-\frac{Iy}{2} \sin 2\alpha \ldots\ldots\ldots (j)$$

څرنګه چی...... $\cos^2\alpha - \sin^2\alpha = \cos 2\alpha$ دی

نو ده پورته افادې څخه لرو $P_{uv} = \frac{Ix - Iy}{2} \sin 2\alpha + Pxy\cos 2\alpha \ldots\ldots\ldots (K)$

زاویه ګاني دانرشیا اعظمي او اصغري مؤمنتونه معلوموي (تعریفوي) او همدارنګه نوموړي مؤمنتونه دانرشیا دعمده مؤمنتونو په نوم هم یادېږي او (f) افادې څخه هم په لاس راځي. کله چې یې د صفر سره مساوي کړو د α دې قیمتونو لپاره دا معلومېدای شي چې د انرشیا فرار المرکز مؤمنټ صفر دی او د انرشیا عمده مؤمنتونه په دی صورت عبارت دي له:

$$\left.\begin{aligned} I_{max} &= \frac{Ix + Iy}{2} + \sqrt{\left(\frac{Ix - Iy}{2}\right)^2 + (Pxy)^2} \\ I_{min} &= \frac{Ix + Iy}{2} - \sqrt{\left(\frac{Ix - Iy}{2}\right)^2 + (Pxy)^2} \end{aligned}\right\} \ldots (L)$$

6-11 دانرشیا موءمنټ لپاره د مورقضیه

Mořs Circale for Moment of Inertia

د اسانتیا لپاره د ځینې قاعدې د دې لپاره چې انرشیا موءمنټ پـه لاس راوړو په لاندي ډول جمله بندي شوي ده.

۱- د مستطیلي کوردیناتو په محورونو یو محور تاکل چې په هغه باندی د انرشیا موءمنټ حسابي قیمتونه ایښودل کیږي او پـه نـورو بـاندي چې د انرشیا فرارالمرکز موءمنتټونه ایښودل کیږي دوی په I او P محورونو سره مسماکیږي نقطې په نښه کوو چې:(Ix and Pxy) او (Iy; Pxy)کور دینات لري د (Pxy and Iy, Ix) قیمتونه فرض کیږي چې مخکې پیدا شوي دي باید پام وکړو چې د Pxy قیمت د دې د حقیقـي علامـې سره یو ځاي د Ix قیمت سره شریك دی. او داچې د Pxy قیمت د Iy سره مثبته علامه او Iy سره شریك دي پـه حقیقت کـې Pxy قیمـت د Iy سـره جـوړه شـوی دی لاکن Pyx= - Pxy لکه چې په A-31 مثال کې مشاهده شول.

۲ _ هغه نقطې چې په یوه مستقیمه کرښه باندی پرتې دي وصلول دا کرښه د مور د دایرې د قطر پـه نوم یادیږي چې مرکزیـې د (I) کوردیناتو پـه محور باندی دی د دایری رسمول.

۳_ څرنګه چـې د ورکړل شوي مقطع د غوره شوې نقطې لـه لارې مختلف محورونـه تیریږي د I او P قیمتونـه چـې د دې محورونـو سره اړیکـې لـري دهغو نقطـو دکوردیناتو څخه نمـاینده ګي کوې د .کومـو موقعیتونـه چې د مور د دایری د محیط په شا وخوا بدلیږي.

۴ ـ د دایرې شعاع د دې د محیط د هرې یوې نقطې څخه د انرشیا د محور نماینده ګې کوي او د نوموړې نقطې د I کوردینات ځواب ویونکې دي.

۵ - د مور په دایرې باندې د هرو دوه شعاعو ترمنځ زاویه د انرشیا د دوه محورونو ترمنځ حقیقي زاویې دوه برابره ده چې د نوموړو شعاعو په واسطه ځواب ویونکي ده.

د دې زاویې دوراني حالت د محورونو ترمنځ حقیقي زاویې د دوراني حالت ځواب ویونکې ده دا د دې معنی لري چې که چیرې د U محور دساعت د ستنې مخالف جهت د α زوایې په اندازه واقع وي او دانرشیا د X محورسره اړیکي ولري پس په دی صورت کې موردایره C شعاع د ساعت ستنې په مخالف جهت د(2α) زاوې په اندازه د (X) د شعاع څخه واقع دی.

مثالونه: Illustralive problems

په شکل کې د مستطیل لپاره د u او v محورونو په پام کې نیولو سره د Iu او Iv او Iuv قیمتونه محاسبه کړئ نوموړي محورونه د X او Y محورنو په لور د 30° زوایې په اندازه مایلان لري.

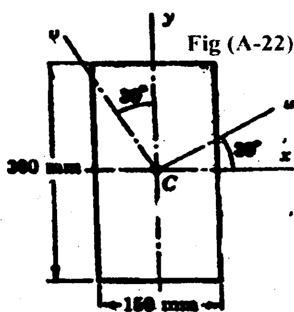
حل (Solution):

لومړی د انرشیا او فرارالمرکز انرشیاء مؤمنتونه د X او Y محورنو په پام کې نیولو سره په لاندې ډول پیداکوو:

$$[I_x=\frac{bh^3}{12}];I_x=\frac{150(300)^3}{12}=337.5\text{x}10^6\,\text{mm}^4$$

$$[I_y=\frac{b^3h}{12}];I_y=\frac{150^3\text{x}300}{12}=84{,}4\text{x}10^6\,\text{mm}^4$$

څرنګه چې د X او Y محورنو د نوموړي شکل د تناظر محورونه دي نو نظر نوموړي محورونو ته فرارالمرکز انرشیامؤمنت $Pxy = 0$ دی پخوانی قاعده تعقیبوو یا څارو او د کوردیناتو سستم رسموو او I او p په کې په نښه کوو لکه چې په شکل کې لیدل کیږي د Ix او Iy او Pxy کمیتونه په کار اچوو د A او B نقطې په نښه کوو چې کوردینات یې (337.5;0) او



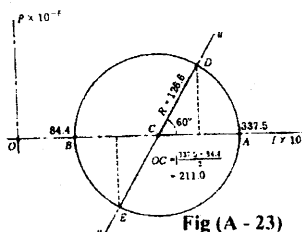


Fig (A - 23)

(84.4;0) دي. د دويمې قاعدې مطابق د مور د دايرې قطرAB دی د دې مرکز C د A او B نمايي دی.دC څخه د I کور دينات (211.0) دی د دايرې شعاع د CA فاصله ده چې د CA=3375.-211=126.5 ده دڅلورمې قاعدې څخه ليدل کيږي چې د CA شعاع د انرشيا د محور څخه چې د A دنقطې څخه د I کوردينات ځواب و يونکي دي نماينده ګي کوي د 5 قاعدې په عملي کولو سره مونږ پيداکوو چې د انرشيا محور چې د CD شعاع څخه چې د 60° په زاويه د I د محور څخه ليرې پرته ده د X محور (CA) څخه د ساعت عقربې په مخالف جهت پروت دی نماينده ګي کوي په همدې ډول څرنګه چې د V محور د u دمحور څخه په 90° واقع دي د V محور دu د محور څخه په 180° موقعيت لري (يعنې ډبل دوران يا سيکل يې کړی دی نسبت V محورته). د دريمې قاعدی څخه لروچې د D کور دينات د Iu اوPuv څخه نماينده ګي کوي او د E کوردينات د Iu او Puv څخه نماينده ګي کوي. لهذا د دياګرام څخه ليدل کيږي چې.

$$[IuX10^{-6} = OC + CDCos60°]$$

$$Iu = (211 + 126,5.\cos 60°)X10^{6} = 274,3X10^{6}\,mm^{4}$$ ځواب

$$[Iux10^{-6} = OC.CE\cos 60°]$$

$$Iu = (211 - 126,5.\cos 60°]X10^{6} = 147,8X10^{6}\,mm^{4}$$ ځواب

$$[Puvx10^{-6} = CDxSin60°]$$

$$Puv = (126,5Sin60°)x10^{6} = 109,6x10^{6}\,mm^{4}$$ ځواب

۱۲- ٦ د انرشیاعمده مؤمنتونه عمده محورونه

PrinbiPal Moments of Ineria Principal axes

د مور دایرې یوه قضیه وښئ چې هغه نقطې چې کوردینات یې د انرشیا اعظمي او اصغري مومنتونه په نښه کوي دانرشیا عمده مومنټ دی او د(I) په محور باندی واقع دی او د انرشیا حاصل یې صفر دی بر عکس هغه محورونه چې د انرشیا صفري نتیجه لري د انرشیا اعظمي یا اصغري محورونه دي دا ډول محورونه د عمده محورونو په نوم یادیږي لکه څنګه چې کې مخکې مو وکتل چې د انرشیا فرارالمرکز مومنټ نسبت تناظر محورونو ته صفر دی، څکه نو مونږ د تناظر محورونه شاملوو چې هغوی د انرشیا اعظمي او اصغري مومنتونو د قیمتونو حاصل دی لاکن ډیر اجسام د تناظر محور نلري خو عمده محورونه لري چې نسبت دې محورته د انرشیا فرارالمرکز مومنټ صفر دی. د تناظر محورونه همېشه عمده محورونه دي.

مثالونه:- Illastrative Problems

د یوې معلومې ساحې چې نسبت X او Y محورونو ته لاندی قیمتونه لري $Ix = 100in^4$, $Iy = 60in^4$ او $Pxy = 15in^4$ د انرشیا عمده مومنتونه او عمده محورونو موقیعتونه معلوم کړئ.

حل (Sokution):

د I او P محورونو په سستم کې لکه چې په شکل کې لیدل کیږي مطرح شوی نقطی لاندی کوردینات لري.

(Ix =100, Pxy =15) او (Iy =60, Pxy = -15) په یاد مو دي چې:

د Pxy ورکړل شوي قیمتونه د Ix سره یو ځای (شریك) شوي دي او داچې Pxy قیمت د مخالفې علامې سره د Iy سره مل شوی دی کچیرې Pxy اصلا منفي وای نو دا قیمت به د Ix سره یو ځای (مل) وي او د Pxy مبثت قیمت د Iy سره د دې نقطو موقعیتونه دوه نقطې د مور په دایره

باندی په لاس ورکوي د هغوی یو ځای کېدل د دایرې قطرپه لاس ورکوي لکه چې په شکل کې ښودل شوې ده. په ورته توګه د دایری شعاع عبارت ده له:............................ $CA = \sqrt{20^2+15^2} = 25$

د انرشیاء عمده مومنتونه د B او D په نقطو کې واقع دي ځکه نو:

ځواب:

$[I_1 = OC + CB]; I_1 = 80 + 25 = 105 in^4$

$[I_2 = OC - CD]; I_2 = 80 - 25 = 55 in^4$

کچیرې د x محور څخه دانرشیا اعظمي محور CB ته تیر شو مونږ باید د ساعت د عقربې مطابق د 2α زاویې په اندازه دوران وکړو د دیاګرام څخه لروچې:

$[tg 2\alpha = \frac{AE}{CE}]; tg.2\alpha = \frac{15}{20} = 0.75$

ځواب:

$2\alpha = 36.9°$, and $\alpha = 18,45°$

α زوایه چې دانرشیا داعظمي مومنټ د محور (u محور) موقعیت وښيي هم دا وضعیه کمپیتونو په اصلي محورونو باندی دساعت د عقربې مطابق دوران وښيي. داهغه موقعیت یا نقطه ده چې په شکل کې ښودل شوې ده په لاس ورکوي د انرشیاء د اصغري مومنټ محور (د v محور) د u محور ته 90° باندی قرار لري.

تمرین:-

A - د یوې معلومې ساحې لپاره $Ix = 60in^4$, $Iy = 20in^4$ او $Pxy = O$ دی د دې ساحې د انرشیا مومنټ په داسې صورت کې پیداکړئ چې

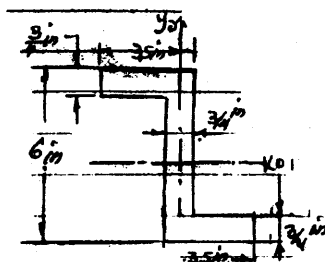
کچیرې یې نظر X محور ته د u محور د ساعت د عقربې پر خلاف د 30°
زاویې په اندازه دوران وکړي.
ځواب:- $I_u = 50 in^4$

B - یوه معینه ساحه لاندې خصوصیات لري:
$I_y = 100 \times 10^6 mm^4$; $I_x = 40 \times 10^6 mm^4$
او $P_{xy} = 40 \times 10^6 mm^4$ د انرشیا عمده مومنتونه او د α زاویه چې
عمده محورېې د X د محور سره جوړوي پیدا کړئ. د یو دیاګرام په واسطه
یې تشریح کړئ.
ځواب:- $I_1 = 120 \times 10mm4$, $I_2 = 20 \times 10^6 mm^4$ او $\theta = 63,4°$

C - یو قایمه الزاویه مثلث چې قاعده یې 300mm او وتریې 600mm دی
د انرشیا مومنتونه نظر عمده محورونو ته چې د مرکز څخه تیریږي
پیدا کړئ.

D - د lin 8in x 6in کې یو کنج (زاویه) لپاره $I_x = 38.8 in^4$
$I_y = -80.8 in^4$ او $P_{xy} = -32,3 in^4$ د دوراني اصغري شعاع محاسبه کړئ.

E - د Z مانند سکشن دانرشیا اعظمي او اصغري مومنتونه پیدا کړئ که
چیرې عمده محورونه چې د مرکز څخه
تیریږي په نظر کې ونیول شي.



معلومه شوې ده چې $I_2 = 5.61 in^4$
$I_1 = 52.0 in^4$. $P_{xy} = -18.9^2 in^4$

F - وښیاست چې د هر منظم پولیګون د
مساحت لپاره د انرشیا مومنټ قیمت
ثابت دی که چیرې په نظر کې و نیول
شي چې د مساحت ټولې مستوي ګانې د مرکز څخه تیریږي:

G - وښیاست چې د دایرې د څلورمې برخې دانرشیا مومنټ د دې د تناظر
محورونو په پام کې نیولو سره $r^4/16\ (\pi-2)$ دی دلته r د دایرې شعاع ده.

ضمیمه: د کورنـي کـارونو د اجـرا کولـو نمونـی

لومړنی کار:

په دې کار کې لاندی غوښتنې تر سره کول پکار دي:

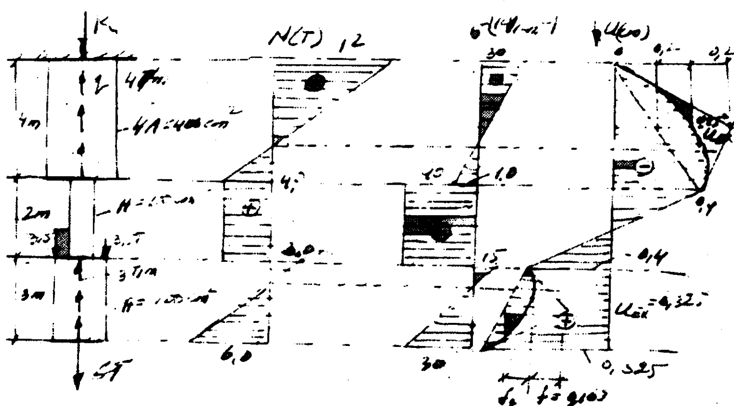
۱ _ په اتکايي مقطع کې د غیری فعاله قوې تاکنه.

۲_ د نورمالو قوو او دهغوی د تشنجاتو د اپیورونو جوړول.

۳ _ د بروس (میلې) د بیلابیلو برخو د نسبي اوږدیدنې او لنډیدنې تاکل.

۴ _ د ټول بـروس د نسـبي اوږدیدنـې او لنډیدنې حسـابول او د امتـدادي محوري ځای بدلون اپیور جوړول.

د اپیورونو د اصلاح کولو لپـاره د بروس په بیـلا بیلو برخـو کې د مسـاوي ویشلي بارسره د بروس د یوې برخې په منځ کې د محوري ځای بدلـون د اندازې او همدارنگه چیرې د اکستریموم قیمت ولري حسابول.



۱_ په سخته اتکاء کې د غیری فعاله قوې تاکل.

معمولاً داتکايي عکس العمل جهت د میلې په طرف غوره کوو او ستاتیك تعادلي معادلې توتیبوو.

$$[\Sigma F_{iy} = O + \uparrow]; -R - 6 + 3.3 - 7 + 4.4 = O$$

$$R = +12T$$

لاسته راغلي قيمت په شيما کې ځا په ځاى کوو.

۲ـ د امتدادي قوو او نور مالي تشنجاتو اپيورونو جوړول ليدل کيږي چې بروس درې برخو څخه تشکيل شوې دی.

محاسبهٔ د بروس د ازاد انجام څخه پيل کوو او د پرې کولو د مېتود څخه استفاده کوو او هره پرې شوې برخه بيله رسموو او عکس العمل (امتدادي قوه) او په ميله باندی وارد شوې قوې پکې په نښه کوو او لروچې:

د (No = I) برخې لپاره

$O \leq x \leq 3m$

$[\Sigma Fix = 0 \uparrow +]; N ...... N_1 - 6 + 3x = 0.$

$N_1 = 6 - 3X$ د (X = 0) په صورت کې $N_1 = 6T$

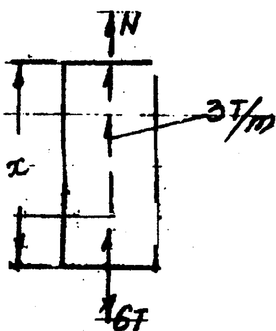
$\sigma_1 = \frac{6000}{200} = 30 Kg/cm^2$

او د (X = 3m) په صورت کې $N_1 = 6 - 3x3 = -3T$

منفي علامې و ښيي چې نوموړې برخه په فشار کې کار کوي.

منفـي علامـه وښيي چـې نوموړې برخې په فشار کې کار کوي.

$\sigma = \frac{-3000}{200} = -15 KN/cm^2$



اوس هغه مقطع ټاکو چيرته چې امتدادي قوه صفرده د دې لپاره لومړنۍ معادله کې د N په ځاى صفر قيمت وضع کوو (N =0)

N =6-3x= 0=>

X =2m لدې ځايه

دوهمه برخه:- $3m \leq X \leq 5m$

دابرخـه هـم بيلـه رسـموو او ورتـه د سـتاتيک تعادلي معادلې ترتيبوو.

$[\Sigma Fi(x) = 0] \uparrow \oplus$

$N - 6 + 3.3 - 7 = 0$

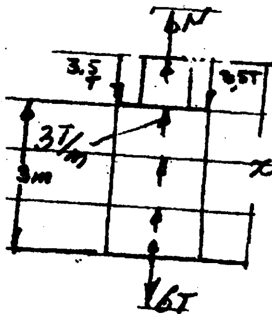
$N = 4T:$

او پـه دې برخـه کــې دامتــدادي قـوې او نورمالي تشنجاتو قيمت مثبت او ثابت دی.

$\sigma = \frac{4000}{100} = 40 Kg/cm^2$

دریمه برخه: $5m \leq x \leq 9m$

د ستاتیکي معادلو په نظر کې نیولو سره لرو.



$$[\Sigma Fi(x) = 0 \uparrow +]$$
$$N - 6 + 3.3 - 7 + 4(x - 5) = 0$$
$$N = 4 - 4(x - 5):$$
$$X = 5m); N = 4T; \sigma = \frac{4000}{400} = 10 Kg/cm^2$$
$$X = 9m; N = 4 - 16 = -12T$$
$$\sigma = \frac{-12000}{400} = -30 Kg/cm^2$$

څرنګه چې امتدادي قوه د بروس پدې برخه کې خپله علامه بدلوي نو څکه هغه مقطع پیداکوو چیرته چې امتداي قوه صفر ده یعنې N=0

N=4-4(x-5) =0=>x =6m

۳_ د بروس مطلقه اوږیدنه (لنډیدنه)

د شکل د خطي بدلون د ټاکنې لپاره تر هرڅه غوره لاندې فورمول استعمالیږي.

$$[\sigma = \frac{\Omega\sigma}{E}]...Or...\Omega\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}.R$$

د لته Ω د بروس دهرې برخې مطابق د تشنجاتو د اپیور مساحت دی او E- د موادو دارتجاعیت مودول دی د دې مثال لپاره $E=10^4 Kg/Cm^2$ سره مساوي منل شوې دی.

په دې برخه کې محاسبه د بروس د هغه برخې څخه پیل کوو چې د سختې اتکاء سره نښتې یا وصل دې او بیا یو پر بل پسې نورې برخې ګورو:

$$\Omega_1=\frac{-30+10}{2}.400=-4.10^3\text{kg}/\text{cm}^2$$

$$\delta_1=\frac{-4.10^3}{10^4}=-0.4\text{cm}.$$

$$\Omega_2=40\text{x}200=8\text{x}10^3\text{Kg}/\text{cm}^2,\sigma_2=\frac{8.10^3}{10^4}=0{,}8\text{cm}$$

$$\Omega_3=\frac{30-15}{2}\text{x}300=2.25.10^3\text{Kg}/\text{cm}^2$$

$$\delta_3=\frac{2.25.10^3}{10^4}=0.225\text{cm}$$

په دې ترتیب لومړۍ برخه د 0 .4Cm په اندازه لنډه، دوهمه برخه د 0.8Cm په اندازه اوږده او دریمه برخه د 0 .225 Cm په اندازه اوږده شوې ده.

لهذا د بروس مطلقه اوږدیدنه (لنډیدنه) به د ټولو اوږدیدنو (لنډیدنو) د مجموعې سره برابره وي.

$\Sigma\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = -0.4 + 0.8 + 0.225 = =.625$ cm (اوږدیدنه)

۴ ـ د محوري ځای بدلون U ټاکنه:

د بروس په خاصو مقطعو کې محوري ځای بدلون ټاکل کیږي.

X=0	$U_o = 0$
X =4m	$U_4= \delta_1=-0.4$Cm
X=6m	$U_6 =U_4+ \delta_2= -0.4\ 0.8 =0.4$Cm
X=9m	$U_9=U_6+ \delta 3= + 0.4 + 0.0225 = 0.625$Cm

د محوري ځای بدلون علامه معمولاً د OX محور جهت پورې اړه لري محوري ځای بدلون مثبت ګڼل کیږي که چیرې د دوی جهت د OX محور د مثبت جهت سره مطابقت وکړي. په دې مثال کې دمحوري ځای بدلونونو داپیورونو (د یاګرامونه) په جوړونې کې د کاردیناتو مبداء په سخته اتکاء کې ځای په ځای شوې ده او د X محور کښته خواته جهت لري په هغو برخو کې چې د برابر ویشلي بار لاندې واقع دي د محوري ځای بدلونونو قیمتونه د مربعوي پارابول د قانون له مخې بدلون مومي د مربعوي پارابول جوړولو د اسانتیا د پاره باید تیروتنه او همدارنګه که د اکستریموم قیمت ولري هم حساب شي.

د هغې برخې د پاره چې دسختې اتکاء سره نبنتې ده په لاس راوړوچې:

$$f_1 = \frac{ql^2}{8EA} = \frac{40(400)^2}{8.10^4.100} = 0.2\text{cm}$$

$$U_{ex} = uo + \delta = o; -\frac{1}{2}.30\text{x}300\text{x}\frac{1}{10^4} = 0.45\text{cm}$$

د پارابول د رسمولو لپاره د C_1 نقطې څخه دوه ځلې د f_1 په قیمت فاصله جدا کوو پارابول د C,a او b نقطو څخه تیریږي.

د ac_2 او bc_2 مستقیمې کرښې د پارابول سرونو کې مماسونه دي او د K-K کرښه د پارابول په منځ کې مماسه ده

د بروس د دریمې برخې د پاره حاصلوو چې:

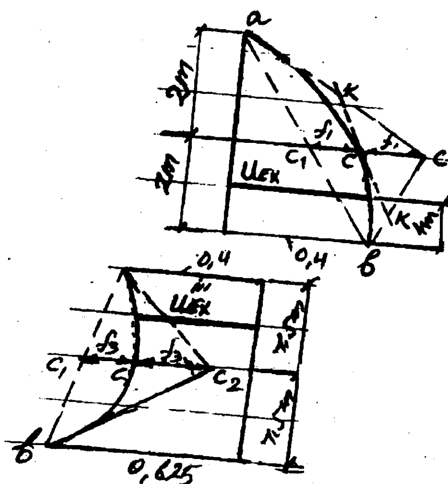
$$f_3 = \frac{ql^2}{8EA} = \frac{30(300)^2}{8(10\text{x}^4 200)} = 0.169\text{cm}$$

د بروس د دریمې برخې د پاره د پارابول جوړونه په شکل کې ښودل شوې ده چې په هغې کې U_{Ex} په لاندې ډول لاسته راځي.

$$U_{ex} = U_6 + \delta_3 = 0.4 - \frac{1}{2}\text{x}1.5\text{x}100\text{x}10^{-4} = 0.325\text{cm.}$$

مثال

د یوې ترکیبې مقطې د پاره چې د بیلا بیلو هندسي شکلونو څخه جوړه شوې ده غوښتل کیږي:



۱ـ د مقطعې مساحت پیداکړئ او د ثقل مرکز موقعیت یې وټاکئ.

۲ـ محوري او د مرکز څخه تښتیدونکې (فرارالمرکز) مومنتونه نسبت د مقطعې مرکزي محورونو ته پیداکړئ.

۳ـ د مقطع عمده مرکزي محورونو موقعیت وټاکئ او عمده انرشیایي مومنتونه یې محاسبه کړئ.

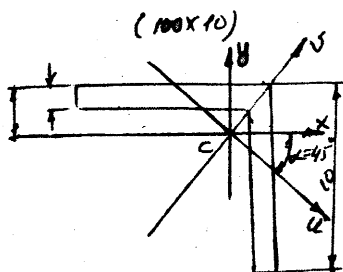
۴ـ د محورونو د دوران په صورت کې د انرشیایي مومنتونو د محاسبه کولو فورمول څخه ګټه واخلئ او دعمده انرشیایي مومنتونو له جملې څخه یو انرشیایي مومنټ محاسبه کړئ او واضع کړئ چې نسبت عمده محورونو ته فرارالمرکز مومنټ قیمت صفر سره مساوي دی.

حل (Solution):

ترکیبي مقطع د (100x10) نمبر برابرو ضلعو زاویوي شکل (angle iron) د (160 x10) نمبرو نا برابرو ضلعو زاویو شکل ، د (400X12) نمبر عمودي ورقی او د 20 نمبر ناوي یا شو یلر (Chinnal) څخه جوړه شوې ده.

۱ـ د مقطعې د بیلابیلو هندسي برخو هندسي مشخصات تاکو.

د دې لپاره د مقطعی په هره یوه برخه باندی نمره وهو او د هرې یوې برخې لپاره د سورتبتدي له جدول څخه لازمې هندسي مشخصات او اندازې را انتقالوو:



لومړی نمره د برابرو ضلعو زاویوي شکل (100x10).

$A=19.2Cm^2$, $I_u = Imin = 74.1Cm^4$
$I_x=179Cm^4$, $I_v = Imax = 284Cm^4$
$I_y=179Cm^4$, $K_O = Y_O = 2.83Cm$

د زاویوي شکل فرارالمرکز انرشیایي مومنټ (Ixy) تاکو.

$$I_{xy}=\frac{Iu-Iv}{2}Sin2\propto$$

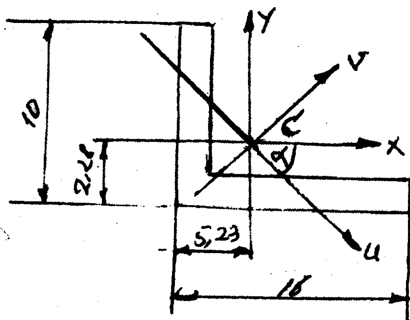
$$=\frac{74.1-284}{2}.1=104.95\approx-105cm^4$$

د زاویوي شکل د مرکز څخه تېښتیدونکي انرشیایي مومنټ د علامې په تاکنې کې د محاسبوي تیروتنې (اشتباه) اعظمي عدد ترڅو چې د دې محاسبوي تیروتنې څخه تیر شو باید د راتلونکي قواعدو څخه پیروي او لازښوونه وشي. که چیرې د X محور ته د ساعت د ستنې پرخلاف دوران ورکړل شي نو دارنګه دوران به مثبت وي یعنې (∝>O) او که چیرې د ساعت دستنې په مطابق جهت دوران ورکړل شي نو په دې صورت کې به

دوران منفي وي په دې مثال کې دوران کې دساعت د ستنې پرخلاف یا مخالف جهت پیښیږي نو ځکه $\sin 2\alpha = +1 .. and .... \alpha = \pm 45^\circ$

۲- دویمه نمره:

د نا برابرو ضلعو زاویوي شکل (160 x 100x10)



یا N =16 /10

$A = 25.3 Cm^2$
$I_x = 204 Cm^4$
$I_y = 667 Cm^4$
$Iu = min = 122 Cm^4$
$tg = 0.890$
$Yo = 2.28 Cm$
$Xo = 5/23 Cm$

د نابرابروضلعو زاویوي شکل اعظمي انرشیایي مومنټ ټاکو:

$Iv = Imax = (Ix + Iy) - Imin = (204+667) - 122; Iv = 749 Cm^4$

د مرکز څخه تښتیدونکي انرشیایي مومنټ:

$tg\,\alpha = 0,390; \alpha = +21^\circ.8' 2\alpha = 42^\circ.36$

$\sin 2\alpha = 0,6779;$

$$I_{xy} = \frac{Iu - Iv}{2} . \sin 2\alpha = \frac{122 - 749}{2} . 0,6779$$

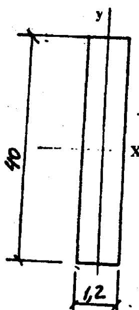
$$I_{xy} = -212 cm^4$$

دریمه نومره ورق (400x12)

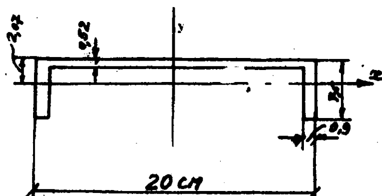
$A = 40.1,2 = 48 cm^2;$

$$I_y = \frac{1.2.(40)^3 = 6400 cm^{21};}{12}$$

$$I_y = \frac{40.(1.2)^3}{12} = 5.76 cm^4$$



خلورمه نومره $N = 20$ نمبر شوئیلو



$A = 23.4\ Cm^2$ $h = 20\ cm$
$Ix = 113 Cm^4$ $b = 7,6\ cm$
$Iy = 1520 Cm^4$; $d = 0,52\ cm$
$t = 0.9 Cm$;
$Yo = 2.07 Cm$;

نوټ:- د ټولو ترکیب یزو برخو هندسي مشخصات باید په مقطع او په منل شوي کاردينات کې د دوی د موقعیتونو په پام کې نیولو سره لیکل شوي وي مثلاً د N26/10 نا برابرو ضلعو زاویه یز شکل په صورت بندئ کې:

$Y_O = 5.23 Cm X_O = 2.28 Cm,\ Iy = 204 Cm^4,\ I_x = 667 Cm^4$

لیکل شوي دي. څرنګه چې په مقطع کې د زاویه یز شکل موقعیت او په سور تبندئ جدول کې د هغه د تصویر سره توپیر لري نو ځکه د° X علامې پر ځای باید د "y" علامه او برعکس عوض شي.

۲ دمقطی د مساحت او د ثقل مرکز د موقعیت ټاکنه:

د مقطعې دټولو برخو د مساحتونو قیمتونه د جدول (2) قطار ته نقلوو او یو له بله سره یې جمع کوو:

$$A = \Sigma A = 115.9 CM^2;$$

په کیفي ډول د X او Y محورونه چې د مقطعې د دریمې برخې (ورق) د ثقل مرکز څخه تیریږي ورکول کیږي په دی منل شوي کاردينات کې د هرې یوې برخې د ثقل مرکز کاردينات ټاکو:

$X_1 = -(0.6 + 16 - 2.38) = -13.77\ Cm$ $Y_1 = 20 + 2.83 = 22.83\ Cm$
$X_2 = -(0.6 + 5.23) = -5.83 Cm$ $Y_2 = 20 - 2.28 = 17.72 Cm$
$X_3 = 0$ $Y_3 = 0$
$X_4 = 0,6 + 10 = 10,6\ cm$ $Y_4 = -(20 - 2.07) = -1793 Cm$

د محاسبې د زیات د قیق والي لپاره دکاردينات محورونه په خپله خوښه سره داسې ځای پرځای کوو چې دمحورونو مبداء (0) په هغه ځای کې واقع شي چې د ټولې مقطعې د ثقل مرکز ته نژدی موقعیت ولري.

د X او Y حساب شوي کار دينات د جدول (3) او (4) قطارونو ته نقلوو او بيا دترکيبي برخو ستاتيکي مومنتونه نسبت منل شوي کار دينات ته حسابوو:

دوهم جدول: $S^{(i)}_x = A_i y_i$ ——— $S^{(i)}_y = A_i X_i$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ترتيبي نمبر	Ai	Xi	Yi	Sx (i)	SY (i)	Xi	Yi	کنترول	
								Sx(i)	Sy(i)
1.	19,2	-13,77	22,83	438	-264	-12,36	18,81	361	-237
2.	23,5	-5,83	17,72	448	-147	-4,42	13,70	347	-111,8
3.	48,0	0	0	0	0	1,406	-4,02	-193	67,5
4.	23,4	-17,93	-17,93	-420	248	12,00	-21,95	-514	281
	$115,9cm^2$			$466cm^3$	$-163cm^3$			*+708*	*+348,5*
								−707	*−348,8*
								+1	*0,3*

دغه لاسته راغلي نتيجې د پورتني جدول (5) او (6) قطارونو ته نقلوو. د دغو قطارونو د قيمتونو دجمع کولو په نتيجه کې د ټولې مقطعې ستاتيکي مومنتونه نسبت X او Y محورونو ته حاصلوو:

$$Sx = 466Cm^4i \qquad Sy = -163Cm^4$$

د مقطعې د ثقل مرکز موقعيت ټاکو:

$$Y_c = \frac{S_x}{A} = \frac{466}{115,9} = 4{,}02cmi \rightarrow X_c = \frac{SY}{A} = \frac{-163}{115,9} = -1{,}406cmi$$

د مقطعې د ثقل مرکز موقعيت د ټاکنې نه وروسته دمرکز محورونو (XY) په سيستم کې د ترکيب ايزو برخودثقل مرکزونو کاردينات پيدا کوو:

$X_i = X_i - X_c i$	$Y_i = Y_i - Y_c$
$X_1 = -13.77 + 1.406 = -12.36Cmi$	$Y_1 = 22.83 - 4.02 = 18,81cmi$
$X_3 = 0 + 1.406 = 1.406Cmi$	$Y_3 = 0 - 4.02 = -4.02cmi$
$X_2 = -5.83 + 1.406 = -4.42Cmi$	$Y_2 = 17.72 - 4.02 = 13.7cmi$
$X_4 = 10.6 + 1.406 = 12,0Cmi$	$Y_4 = 77.93 - 4.02 = -21.95cmi$

دغه پورتني قيمتونه د جدول (7) او (8) قطارونو ته نقلوو.

د مقطعې د ثقل مرکز د موقعیت ټاکنې کنترول:

د ترکیب یزو برخو ستاتیکي مومنټونه نسبت مرکزي محورونو XY تـه ټاکو:

$$Sx\ (i) = Aiyi;\ SY\ (i) = Ai\ xi;$$

دغـه قیمتونـه د جدول (10) او (9) قطـارونو تـه نقلـوو او قطارونـه پـه عمودي ډول یـو د بـل سره جمع کـوو چـې د دې پـه نتیجـه کـې د مقطعـې ستاتیکي مومنټونه نسبت مرکزي محورونو ته په لاس راځي:

$$Sx = 708 - 707 = 1Cm^3; \quad Sy = 348.5 - 348\ .8 = 0.3\ Cm^3$$

څرنګه چې د ستاتیکي مومنټونو مجموعه صفر نه ده نـو ځکه د ثقـل مرکز په ټاکنې کې محاسبه یزه اشتباه (تیروتنه) حسابوو:

$$\Delta S_x\,\% = \frac{1..}{707}.100 = 0.141\% < 1\%$$

$$\Delta S_y\,\% = \frac{0.3}{348.5}.100 = 0.080\% < 1\%$$ او

(3) د I_y, I_x او I_{xy} انرشیا یزو مومنټونو ټاکنه:-

د مقطعـې د I_x, I_y او I_{xy} محـوري انرشـیایزه او د مرکز څخـه تښتېدونکـي مومنټونه د لاندینیو فورمولونو په مرسته ټاکل کېږي.

$$I_x = \sum I_x^{(i)} = \sum (I_{xi}^{(i)} + A_i y^2{}_i)$$

$$Y = \sum_{Iyi}{}^{(i)} = \sum (I_{yi}^{(i)} + A_i . X_i^2)$$

$$I_{xy} = \sum_{Ixy}^{(i)} = \sum (I_{xiyi}^{(i)} + A_{i.} X_i y_i)$$

د د غو فورمولونو څخه د محاسبې ترتیب په لاس راځي. لومړی د جدول (11) .(14) او (17)،قطارونو تـه د مقطعـی د ترکیب یزو برخـو د انرشـیایزو مومنټونو خپل قیمتونه نقلوو او بیا د جدول (12) ,(15) او (18) قطارونو ته د Aixi;Ai. yi او Ai, xiy, قیمتونه چې د برخو د ذاتي مرکزي محورونو څخه د مقطعی مرکزي محورونو ته د دوران په نتیجه کې لاس ته راځي او د برخو د انرشیا یزو مومنټونو د زیاتوالي سبب کیږي نقلوو.

د جدول د (12) + (11).(15) + (14) او (18) + (17) قطارونو مجموعه د ترکیب یزو برخو د محوزي انرشیایزو موٌمنتونو او د مرکز څخه د تینبتیدونکي موٌمنټ د ټاکنې زمینه نسبت د مقطعې مرکزي محورونو ته برابر وي. دغه لاس ته راغلي قیمتونه د جدول (13). (16) او (19)ٌ قطارونو ته نقلوو. د دې قطارونو د قیمتونو دجمع کولو څخه محوري انرشیا یزه او د مرکز څخه تبنتیدونکي موٌمنتونه نسبت د مقطعې مرکزي محورونو ته پیدا کوو:

$I_x = 30488 Cm^4, I_y = 10101 Cm^4, I_{xy} = 12737 Cm^4$

د جدول ادامه:-

11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ixi (ʹ)	Aiyi²	Ix (i)	Iyi (ʹ)	Aixi²	Iy(i)	Ixiyi(ʹ)	A.xiyʹ	Ixy(ʹ)
179	6793	6972	179	292.3 0	3949	-105	-4457	-4562
204	4749	4953	667	494	1161	-212	-1528	-1740
6400	776	7176	5.76	94.9	101	0	-271	-271
113	11274	11387	1520	3370	4890	0	-6164	-6164

4- د عمده انرشیا یزو موٌمنتونو او عمده محورونو موقیعت ټاکنه:

عمده انرشیایزه موٌمنتونه په لاندې ډول حسابوو:

$$I_{1,2} = \frac{I_x + I_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{I_x - I_y}{2}\right)^2 + I_{xy}^2} = \frac{30488 + 10101}{2} \pm$$

$$\pm \sqrt{\left(\frac{30488 - 10101}{2}\right)^2 + 1273^2} = 20294.5 \pm 16313.8$$

$$I_1 = I_{max} = 20294.5 + 16313.8 = 36608.2 cm^4$$

$$I_2 = I_{min} = 20294.5 - 16313.8 = 3980.7 cm^4$$

د عمده محورونو د میلان زاویې ټاکو:

$$tga\propto_2 = \frac{I_{xy}}{I_y - Y_2} = \frac{-12737}{10101 - 3980.7} = -2.081; a\propto_2 =$$

$$-64°20(115°40')$$

$$tg\propto_1 = \frac{I_{xy}}{I_y - I_1} = \frac{-12737}{10101 - 36608.2} = 0.4805; \propto_1 = 25°40'$$

$$\propto_2 - \propto_1 = 115°40 - 25°40 = 90°$$

کنترول:

که چیرې د کنترول نتیجه په لاس را نه شي نو لومړی باید غلطي (تیروتنه) په ارتوکونالي (قایمه زاویه) شرایطو کې ولټول شي:

$Tg\alpha_1, tg\alpha_2 = -1$

پدی مثال کې لاندنی قیمت په لاس راځي:

$tg\alpha_1, tg\alpha_2 = 0.4805 \times (-2.811) = -0,99997 \sim -1$

د ارتوګه نالي شرایطو په نه رعایت سره غلطي باید د مربع ییزو جذرونو په قیمتونو کې ولټول شي چې د علامې څلورم قیمت باید درست وي.

۵: د عمده انرشیایزو شعاع ګانو تاکئه:

$$i_1 = i_{max} = \sqrt{\frac{I_{max}}{A}} = \sqrt{\frac{36608}{115.9}} = 17.77\text{cm};$$

$$i_2 = I_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}} = \sqrt{\frac{3980.7}{115.9}} = 5.86\text{cm};$$

۶- د محورونو دوزانیزو فورمولونو په مرسته د عمده انرشیایزه موٴمنټ Imax تاکنه:

د α_1 زاویې په پیداکولو سره د محورونو په دوران کې د فورمولونو په مرسته عمده انرشیایزه موٴمنټ پیدا کولای شو:

$$\alpha_1 = 25°40; 2\alpha_1 = 51°20; \text{Sin}2\alpha_1 = 0.7808; \text{Cos}2\alpha_1 = 0.6247;$$

$$I_{max} = \frac{I_x + I_y}{2} + \frac{I_x - I_y}{2}\text{Cos}2\alpha_1 - I_{xy}\text{Sin}2\alpha_1 = \frac{30488 + 10101}{2} +$$

$$+ \frac{30488 - 10101}{2}.0,6247 - (-12737).0,7808 = 36607\text{cm}^4$$

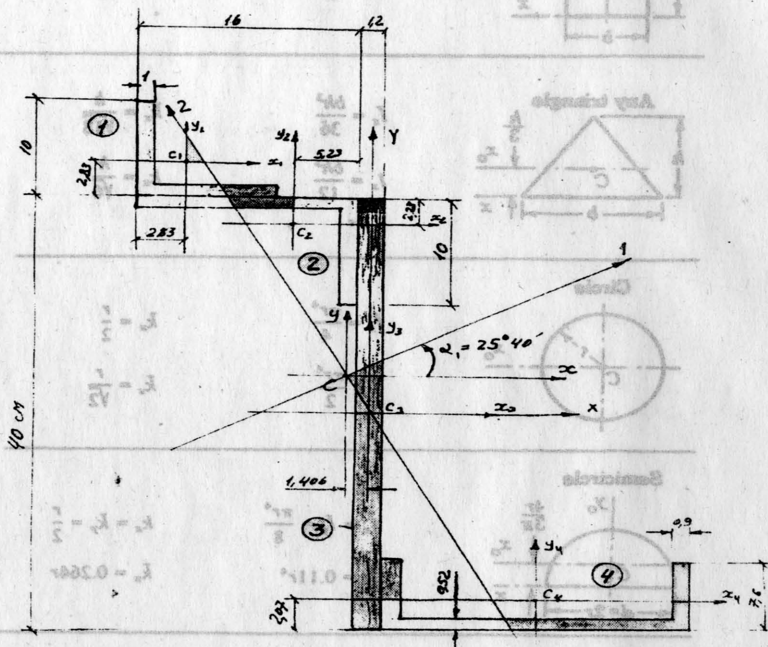
د Imax اعظمي موٴمنټ قیمت په عملي ډول د پخوانۍ محاسبې سره مطابقت لري اوس د مرکز څخه تېښتیدونکي انرشیایي موٴمنټ 2 - I نسبت عمده محورنو ته تاکو:

$$I_{12} = \frac{I_x - I_y}{2}\text{Sin}2\alpha_1 + I_{xy}\text{Cos}2\alpha_1 = \frac{30488 - 10101}{2}0,780 +$$

$$(-12737)0,6247 = 7959 - 7957 = 2 \neq 0;$$

پورتنی محاسبه یوه کنترولیزه محاسبه ده چې د مرکز څخه تېښتیدونکې انرشیایزه موءمنټ نسبت عمده محرونو ته حتمي صفر وي. په عملي ډول په محاسبه کې تل محاسبیزه (تیروتنه) وي چې په لاندی ډول محاسبه کیږي:

$$\Delta \% = \frac{2}{7997} \cdot 100 = 0{,}025 \ \% < 1\%$$



7- د عمده انرشیایزو مومنټونو ګرافیکي ټاکنه:-

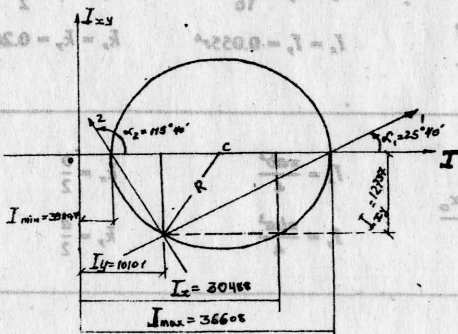


TABLE A.1 MOMENTS OF INERTIA FOR GEOMETRIC SHAPES

Shape	Moment of inertia	Radius of gyration
Rectangle	$\bar{I}_x = \frac{bh^3}{12}$ $I_x = \frac{bh^3}{3}$	$\bar{k}_x = \frac{h}{\sqrt{12}}$ $k_x = \frac{h}{\sqrt{3}}$
Any triangle	$\bar{I}_x = \frac{bh^3}{36}$ $I_x = \frac{bh^3}{12}$	$\bar{k}_x = \frac{h}{\sqrt{18}}$ $k_x = \frac{h}{\sqrt{6}}$
Circle	$\bar{I}_x = \frac{\pi r^4}{4}$ $J = \frac{\pi r^4}{2}$	$\bar{k}_x = \frac{r}{2}$ $\bar{k}_z = \frac{r}{\sqrt{2}}$
Semicircle	$I_x = \bar{I}_y = \frac{\pi r^4}{8}$ $\bar{I}_x = 0.11r^4$	$k_x = \bar{k}_y = \frac{r}{2}$ $\bar{k}_x = 0.264r$
Quarter circle	$I_x = I_y = \frac{\pi r^4}{16}$ $\bar{I}_x = \bar{I}_y = 0.055r^4$	$k_x = k_y = \frac{r}{2}$ $\bar{k}_x = \bar{k}_y = 0.264r$
Ellipse	$\bar{I}_x = \frac{\pi ab^3}{4}$ $\bar{I}_y = \frac{\pi ba^3}{4}$	$\bar{k}_x = \frac{b}{2}$ $\bar{k}_y = \frac{a}{2}$

TABLE B-1 AVERAGE PHYSICAL PROPERTIES OF COMMON METALS: SI UNITS

Metal	Density (kg/m³)	Temp. coeff. of linear expansion [μm/(m · °C)]	Proportional limit (MPa)[a] Tension	Proportional limit (MPa)[a] Shear	Ultimate strength (MPa) Tension	Ultimate strength (MPa) Comp.	Ultimate strength (MPa) Shear	Modulus of elasticity (GPa)[a] Tension, E	Modulus of elasticity (GPa)[a] Shear, G	Percentage of elongation (in 50 mm)
Steel, 0.2% carbon, hot rolled	7 850	Varies from 11.0 to 13.2 Average is 11.7	240	150	410	[b]	310	200	80	35
0.2% carbon, cold rolled	7 850		420	250	550	[b]	420	200	80	18
0.6% carbon, hot rolled	7 850		420	250	690	[b]	550	200	80	15
0.8% carbon, hot rolled	7 850		480	290	830	[b]	730	200	80	10
Gray cast iron	7 200	10.8	[c]	[d]	140	520	[d]	100	40	Slight
Malleable cast iron	7 200	11.9	250	160	370	[b]	330	170	90	18
Wrought iron	7 700	12.1	210	130	350	[b]	240	190	70	35
Aluminum, cast	2 650	23.1	60		90	[b]	70	70	30	20
Aluminum alloy 17ST	2 700	23.1	220	150	390	[b]	220	71	30	—
Brass, rolled (70% Cu, 30% Zn)	8 500	18.7	170	110	380	[b]	330	100	40	30
Bronze, cast	8 200	18.0	140		230	390	—	80	35	10
Copper, hard-drawn	8 800	16.8	260	160	380	[b]	—	120	40	4

[a] The proportional limit and modulus of elasticity for compression may be assumed equal to these values for tension except for cast iron where proportional limit is approximately 180 MPa.

[b] The ultimate compressive strength for ductile materials may be taken as the yield point, which is slightly greater than the proportional limit in tension.

[c] Not well defined; approximately 40 MPa.

[d] Cast iron fails by diagonal tension.

TABLE B-1 (*Continued*) **AVERAGE PHYSICAL PROPERTIES OF COMMON METALS: U.S. CUSTOMARY UNITS**

Metal	Weight, (lb/ft^3)	Temp. coeff. of linear expansion [μin./(in. · °F)]	Proportional limit (ksi)[a]		Ultimate strength (ksi)			Modulus of elasticity (psi)[a]		Percentage of elongation (in 2 in.)
			Tension	Shear	Tension	Comp.	Shear	Tension, E	Shear, G	
Steel, 0.2% carbon hot rolled	490		35	21	60	[b]	45	29×10^6	12×10^6	35
0.2% carbon cold rolled	490	Varies from 6.1 to 7.3	60	36	80	[b]	60	29×10^6	12×10^6	18
0.6% carbon hot rolled	490	Average is 6.5	60	36	100	[b]	80	29×10^6	12×10^6	15
0.8% carbon hot rolled	490		70	42	120	[b]	105	29×10^6	12×10^6	10
Gray cast iron	450	6	[c]	[d]	20	75	[d]	15×10^6	6×10^6	Slight
Malleable cast iron	450	6.6	36	23	54		48	25×10^6	12.5×10^6	18
Wrought iron	480	6.7	30	18	50	[b]	35	27×10^6	10×10^6	35
Aluminum, cast	165	12.8	9		13	[b]	10.5	10×10^6	4×10^6	20
Aluminum alloy 17ST	168	12.8	32	21	56	[b]	32	10.3×10^6	4×10^6	—
Brass, rolled (70% Cu, 30% Zn)	530	10.4	25	15	55	[b]	48	14×10^6	6×10^6	30
Bronze, cast	510	10	20		33	56	—	12×10^6	5×10^6	10
Copper, hard-drawn	550	9.3	38	23	55	[b]	—	17×10^6	6×10^6	4

[a] The proportional limit and modulus of elasticity for compression may be assumed to equal these values for tension except for cast iron where proportional limit = 26 ksi.

[b] The ultimate compressive strength for ductile materials may be taken as the yield point, which is slightly greater than the proportional limit in tension.

[c] Not well defined; approximately 6 ksi.

[d] Cast iron fails by diagonal tension.

(continues)

TABLE B-2 PROPERTIES OF WIDE-FLANGE SECTIONS (W SHAPES): SI UNITS

Designation	Theoretical mass (kg/m)	Area (mm²)	Depth (mm)	Flange Width (mm)	Flange Thickness (mm)	Web thickness (mm)	Axis X–X I (10^6 mm⁴)	Axis X–X $S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm³)	Axis X–X $r = \sqrt{I/A}$ (mm)	Axis Y–Y I (10^6 mm⁴)	Axis Y–Y $S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm³)	Axis Y–Y $r = \sqrt{I/A}$ (mm)
W920 ×446	447.2	57 000	933	423	42.7	24.0	8 470	18 200	385	540	2 550	97.3
×417	418.1	53 300	928	422	39.9	22.5	7 880	17 000	385	501	2 370	97.0
×387	387.0	49 300	921	420	36.6	21.3	7 180	15 600	382	453	2 160	95.9
×365	364.6	46 400	916	419	34.3	20.3	6 710	14 600	380	421	2 010	95.3
×342	342.4	43 600	912	418	32.0	19.3	6 250	13 700	379	390	1 870	94.6
×313	312.7	39 800	932	309	34.5	21.1	5 480	11 800	371	170	1 100	65.4
×289	288.6	36 800	927	308	32.0	19.4	5 040	10 900	370	156	1 020	65.1
×271	271.7	34 600	923	307	30.0	18.4	4 720	10 200	369	145	946	64.7
×253	253.7	32 300	919	306	27.9	17.3	4 370	9 520	368	134	874	64.4
×238	238.3	30 400	915	305	25.9	16.5	4 060	8 880	365	123	806	63.6
×223	224.2	28 600	911	304	23.9	15.9	3 770	8 270	363	112	738	62.6
×201	201.3	25 600	903	304	20.1	15.2	3 250	7 200	356	94.4	621	60.7
W840 ×359	359.4	45 800	868	403	35.6	21.1	5 910	13 600	359	389	1 930	92.2
×329	329.4	42 000	862	401	32.4	19.7	5 350	12 400	357	349	1 740	91.2
×299	299.3	38 100	855	400	29.2	18.2	4 790	11 200	355	312	1 560	90.5
×226	226.6	28 900	851	294	26.8	16.1	3 400	7 990	343	114	774	62.8

×210	210.8	26 800	846	293	24.4	15.4	3 110	7 340	341	103	700	62.0
×193	193.5	24 700	840	292	21.7	14.7	2 780	6 630	335	90.3	618	60.5
×176	176.0	22 400	835	292	18.8	14.0	2 460	5 900	331	78.2	536	59.1
W760 ×314	314.4	40 100	786	384	33.4	19.7	4 270	10 900	326	316	1 640	88.8
×284	283.9	36 200	779	382	30.1	18.0	3 810	9 790	324	280	1 470	87.9
×257	257.6	32 800	773	381	27.1	16.6	3 420	8 840	323	250	1 310	87.3
×196	196.8	25 100	770	268	25.4	15.6	2 400	6 240	309	81.7	610	57.1
×185	184.8	23 500	766	267	23.6	14.9	2 230	5 820	308	75.1	563	56.5
×173	173.6	22 100	762	267	21.6	14.4	2 060	5 400	305	68.7	515	55.8
×161	160.4	20 400	758	266	19.3	13.8	1 860	4 900	302	60.7	457	54.5
×147	147.1	18 700	753	265	17.0	13.2	1 660	4 410	298	52.9	399	53.2
W690 ×265	264.5	33 700	706	358	30.2	18.4	2 900	8 220	293	231	1 290	82.8
×240	239.9	30 600	701	356	27.4	16.8	2 610	7 450	292	206	1 160	82.0
×217	217.8	27 700	695	355	24.8	15.4	2 340	6 740	291	185	1 040	81.7
×170	169.9	21 600	693	256	23.6	14.5	1 700	4 910	281	66.2	517	55.4
×152	152.1	19 400	688	254	21.1	13.1	1 510	4 380	279	57.8	455	54.6
×140	139.8	17 800	684	254	18.9	12.4	1 360	3 980	276	51.7	407	53.9
×125	125.6	16 000	678	253	16.3	11.7	1 190	3 500	273	44.1	349	52.5
W610 ×241	241.7	30 800	635	329	31.0	17.9	2 150	6 780	264	184	1 120	77.3
×217	217.9	27 800	628	328	27.7	16.5	1 910	6 070	262	163	995	76.6
×195	195.6	24 900	622	327	24.4	15.4	1 680	5 400	260	142	871	75.5
×174	174.3	22 200	616	325	21.6	14.0	1 470	4 780	257	124	761	74.7
×155	154.9	19 700	611	324	19.0	12.7	1 290	4 220	256	108	666	74.0
×140	140.1	17 900	617	230	22.2	13.1	1 120	3 630	250	45.1	392	50.2
×125	125.1	15 900	612	229	19.6	11.9	985	3 220	249	39.3	343	49.7
×113	113.4	14 400	608	228	17.3	11.2	875	2 880	247	34.3	300	48.8
×101	101.7	13 000	603	228	14.9	10.5	764	2 530	242	29.5	259	47.6
×92	92.3	11 800	603	179	15.0	10.9	646	2 140	234	14.4	161	34.9
×82	81.9	10 400	599	178	12.8	10.0	560	1 870	232	12.1	136	34.1

(continues)

TABLE B-2 PROPERTIES OF WIDE-FLANGE SECTIONS (W SHAPES): SI UNITS (*Continued*)

Designation	Theoretical mass (kg/m)	Area (mm²)	Depth (mm)	Flange Width (mm)	Flange Thickness (mm)	Web thickness (mm)	Axis X–X I (10^6 mm⁴)	Axis X–X $S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm³)	Axis X–X $r = \sqrt{I/A}$ (mm)	Axis Y–Y I (10^6 mm⁴)	Axis Y–Y $S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm³)	Axis Y–Y $r = \sqrt{I/A}$ (mm)
W530 ×219	218.9	27 900	560	318	29.2	18.3	1 510	5 390	233	157	986	75.0
×196	196.5	25 000	554	316	26.3	16.5	1 340	4 840	232	139	877	74.6
×182	181.7	23 100	551	315	24.4	15.2	1 240	4 480	232	127	808	74.1
×165	165.3	21 100	546	313	22.2	14.0	1 110	4 060	229	114	726	73.5
×150	150.6	19 200	543	312	20.3	12.7	1 010	3 710	229	103	659	73.2
×138	138.3	17 600	549	214	23.6	14.7	861	3 140	221	38.7	362	46.9
×123	123.2	15 700	544	212	21.2	13.1	761	2 800	220	33.8	319	46.4
×109	109.0	13 900	539	211	18.8	11.6	667	2 480	219	29.5	280	46.1
×101	101.4	12 900	537	210	17.4	10.9	617	2 300	219	26.9	256	45.7
×92	92.5	11 800	533	209	15.6	10.2	552	2 070	216	23.8	228	44.9
×82[a]	82.4	10 500	528	209	13.3	9.5	479	1 810	214	20.3	194	44.0
×85	84.7	10 800	535	166	16.5	10.3	485	1 810	212	12.6	152	34.2
×74	74.7	9 520	529	166	13.6	9.7	411	1 550	208	10.4	125	33.1
×66	65.7	8 370	525	165	11.4	8.9	351	1 340	205	8.57	104	32.0
W460 ×177	177.3	22 600	482	286	26.9	16.6	910	3 780	201	105	735	68.2
×158	157.7	20 100	476	284	23.9	15.0	796	3 350	199	91.4	643	67.4
×144	144.6	18 400	472	283	22.1	13.6	726	3 080	199	83.6	591	67.4
×128	128.4	16 400	467	282	19.6	12.2	637	2 730	197	73.3	520	66.9
×113	113.1	14 400	463	280	17.3	10.8	556	2 400	196	63.3	452	66.3
×106	105.8	13 500	469	194	20.6	12.6	488	2 080	190	25.1	259	43.1
×97	96.6	12 300	466	193	19.0	11.4	445	1 910	190	22.8	237	43.1
×89	89.3	11 400	463	192	17.7	10.5	410	1 770	190	20.9	218	42.8
×82	81.9	10 400	460	191	16.0	9.9	370	1 610	189	18.6	195	42.3
×74	74.2	9 450	457	190	14.5	9.0	333	1 460	188	16.6	175	41.9
×67[a]	68.1	8 680	454	190	12.7	8.5	300	1 320	186	14.6	153	41.0
×61[a]	60.9	7 760	450	189	10.8	8.1	259	1 150	183	12.2	129	39.7

×68	68.5	8 730	459	154	15.4	9.1	297	1 290	184	9.41	122	32.8
×60	59.6	7 590	455	153	13.3	8.0	255	1 120	183	7.96	104	32.4
×52	52.0	6 630	450	152	10.8	7.6	212	943	179	6.34	83.4	30.9
W410 ×149	149.3	19 000	431	265	25.0	14.9	619	2 870	180	77.7	586	63.9
×132	132.1	16 800	425	263	22.2	13.3	538	2 530	179	67.4	512	63.3
×114	114.5	14 600	420	261	19.3	11.6	462	2 200	178	57.2	439	62.6
×100	99.6	12 700	415	260	16.9	10.0	398	1 920	177	49.5	381	62.4
×85	85.0	10 800	417	181	18.2	10.9	315	1 510	171	18.0	199	40.8
×74	74.9	9 550	413	180	16.0	9.7	275	1 330	170	15.6	173	40.4
×67	67.5	8 600	410	179	14.4	8.8	246	1 200	169	13.8	154	40.1
×60	59.5	7 580	407	178	12.8	7.7	216	1 060	169	12.0	135	39.8
×54	53.4	6 810	403	177	10.9	7.5	186	924	165	10.1	114	38.5
×46	46.2	5 890	403	140	11.2	7.0	156	773	163	5.14	73.4	29.5
×39	39.2	4 990	399	140	8.8	6.4	127	634	160	4.04	57.7	28.5
W360 ×1086	1 087.9	139 000	569	454	125	78.0	5 960	20 900	207	1 960	8 650	119
×990	991.0	126 000	550	448	115	71.9	5 190	18 900	203	1 730	7 740	117
×900	902.2	115 000	531	442	106	65.9	4 500	17 000	198	1 530	6 940	115
×818	819.0	104 000	514	437	97.0	60.5	3 920	15 300	194	1 360	6 200	114
×744	744.3	94 800	498	432	88.9	55.6	3 420	13 700	190	1 200	5 550	113
×677	677.8	86 300	483	428	81.5	51.2	2 990	12 400	186	1 070	4 990	111
×634	634.3	80 800	474	424	77.1	47.6	2 740	11 600	184	983	4 630	110
×592	592.6	75 500	465	421	72.3	45.0	2 500	10 800	182	902	4 280	109
×551	550.6	70 100	455	418	67.6	42.0	2 260	9 940	180	825	3 950	108
×509	509.5	64 900	446	416	62.7	39.1	2 050	9 170	178	754	3 630	108
W360 ×463	462.8	59 000	435	412	57.4	35.8	1 800	8 280	175	670	3 250	107
×421	421.7	53 700	425	409	52.6	32.8	1 600	7 510	173	601	2 940	106
×382	382.4	48 700	416	406	48.0	29.8	1 410	6 790	170	536	2 640	105
×347	347.0	44 200	407	404	43.7	27.2	1 250	6 140	168	481	2 380	104
×314	313.4	39 900	399	401	39.6	24.9	1 100	5 530	166	426	2 120	103
×287	287.6	36 600	393	399	36.6	22.6	997	5 070	165	388	1 940	103

(continues)

TABLE B-2 PROPERTIES OF WIDE-FLANGE SECTIONS (W SHAPES): SI UNITS (*Continued*)

Designation	Theoretical mass (kg/m)	Area (mm²)	Depth (mm)	Flange Width (mm)	Flange Thickness (mm)	Web thickness (mm)	Axis X–X I (10^6 mm⁴)	Axis X–X $S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm³)	Axis X–X $r = \sqrt{I/A}$ (mm)	Axis Y–Y I (10^6 mm⁴)	Axis Y–Y $S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm³)	Axis Y–Y $r = \sqrt{I/A}$ (mm)
W360 ×262	262.7	33 500	387	398	33.3	21.1	894	4 620	163	350	1 760	102
×237	236.3	30 100	380	395	30.2	18.9	788	4 150	162	310	1 570	101
×216	216.3	27 600	375	394	27.7	17.3	712	3 790	161	283	1 430	101
×196	196.5	25 000	372	374	26.2	16.4	636	3 420	159	229	1 220	95.7
×179	179.2	22 800	368	373	23.9	15.0	575	3 120	159	207	1 110	95.3
×162	162.0	20 600	364	371	21.8	13.3	516	2 830	158	186	1 000	95.0
×147	147.5	18 800	360	370	19.8	12.3	463	2 570	157	167	904	94.2
×134	134.0	17 100	356	369	18.0	11.2	415	2 330	156	151	817	94.0
×122	121.7	15 500	363	257	21.7	13.0	365	2 010	153	61.5	478	63.0
×110	110.2	14 000	360	256	19.9	11.4	331	1 840	154	55.7	435	63.1
×101	101.2	12 900	357	255	18.3	10.5	302	1 690	153	50.6	397	62.6
×91	90.8	11 600	353	254	16.4	9.5	267	1 510	152	44.8	353	62.1
×79	79.3	10 100	354	205	16.8	9.4	227	1 280	150	24.2	236	48.9
×72	71.5	9 110	350	204	15.1	8.6	201	1 150	149	21.4	210	48.5
×64	63.9	8 140	347	203	13.5	7.7	178	1 030	148	18.8	186	48.1
×57	56.7	7 220	358	172	13.1	7.9	161	897	149	11.1	129	39.2
×51	50.6	6 450	355	171	11.6	7.2	141	796	148	9.68	113	38.7
×45	45.0	5 730	352	171	9.8	6.9	122	691	146	8.18	95.7	37.8
×39	39.1	4 980	353	128	10.7	6.5	102	580	143	3.75	58.6	27.4
×33	32.8	4 170	349	127	8.5	5.8	82.7	474	141	2.91	45.8	26.4

W310 ×500	500.4	63 700	427	340	75.1	45.1	1 690	7 910	163	494	2 910	88.1
×454	454.0	57 800	415	336	68.7	41.3	1 480	7 130	160	436	2 600	86.9
×415	415.1	52 900	403	334	62.7	38.9	1 300	6 450	157	391	2 340	86.0
×375	374.3	47 700	391	330	57.1	35.4	1 130	5 760	154	343	2 080	84.8
×342	343.3	43 700	382	328	52.6	32.6	1 010	5 260	152	310	1 890	84.2
×313	313.3	39 900	374	325	48.3	30.0	896	4 790	150	277	1 700	83.3
×283	283.0	36 000	365	322	44.1	26.9	787	4 310	148	246	1 530	82.7
×253	252.9	32 200	356	319	39.6	24.4	682	3 830	146	215	1 350	81.7
×226	226.8	28 900	348	317	35.6	22.1	596	3 420	144	189	1 190	80.9
×202	202.6	25 800	341	315	31.8	20.1	520	3 050	142	166	1 050	80.2
×179	178.8	22 800	333	313	28.1	18.0	445	2 680	140	144	919	79.5
×158	157.4	20 100	327	310	25.1	15.5	386	2 360	139	125	805	78.9
×143	143.1	18 200	323	309	22.9	14.0	348	2 150	138	113	729	78.8
×129	129.6	16 500	318	308	20.6	13.1	308	1 940	137	100	652	77.8
×118	117.5	15 000	314	307	18.7	11.9	275	1 750	135	90.2	588	77.5
×107	106.9	13 600	311	306	17.0	10.9	248	1 590	135	81.2	531	77.3
×97	96.8	12 300	308	305	15.4	9.9	222	1 440	134	72.9	478	77.0
×86	86.4	11 000	310	254	16.3	9.1	199	1 280	135	44.5	351	63.6
×79	78.9	10 100	306	254	14.6	8.8	177	1 160	132	39.9	314	62.9
×74	74.5	9 490	310	205	16.3	9.4	165	1 060	132	23.4	229	49.7
×67	66.8	8 510	306	204	14.6	8.5	145	949	131	20.7	203	49.3
×60	59.6	7 590	303	203	13.1	7.5	129	849	130	18.3	180	49.1
×52	52.3	6 670	317	167	13.2	7.6	118	747	133	10.3	123	39.3
×45	44.6	5 690	313	166	11.2	6.6	99.2	634	132	8.55	103	38.8
W310 ×39	38.7	4 940	310	165	9.7	5.8	85.1	549	131	7.27	88.1	38.4
×33	32.8	4 180	313	102	10.8	6.6	65.0	415	125	1.92	37.6	21.4
×28	28.4	3 610	309	102	8.9	6.0	54.3	351	123	1.58	31.0	20.9
×24	23.8	3 040	305	101	6.7	5.6	42.7	280	119	1.16	22.9	19.3
×21	21.1	2 690	303	101	5.7	5.1	37.0	244	117	0.983	19.5	19.1

(continues)

TABLE B-2 PROPERTIES OF WIDE-FLANGE SECTIONS (W SHAPES): SI UNITS (*Continued*)

Designation	Theoretical mass (kg/m)	Area (mm^2)	Depth (mm)	Flange Width (mm)	Flange Thickness (mm)	Web Thickness (mm)	Axis X–X I (10^6 mm^4)	Axis X–X $S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm^3)	Axis X–X $r = \sqrt{I/A}$ (mm)	Axis Y–Y I (10^6 mm^4)	Axis Y–Y $S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm^3)	Axis Y–Y $r = \sqrt{I/A}$ (mm)
W250 ×167	167.4	21 300	289	265	31.8	19.2	300	2 080	119	98.8	746	68.1
×149	148.9	19 000	282	263	28.4	17.3	259	1 840	117	86.2	656	67.4
×131	131.1	16 700	275	261	25.1	15.4	221	1 610	115	74.5	571	66.8
×115	114.8	14 600	269	259	22.1	13.5	189	1 410	114	64.1	495	66.3
×101	101.2	12 900	264	257	19.6	11.9	164	1 240	113	55.5	432	65.6
×89	89.6	11 400	260	256	17.3	10.7	143	1 100	112	48.4	378	65.2
×80	80.1	10 200	256	255	15.6	9.4	126	982	111	43.1	338	65.0
×73	72.9	9 280	253	254	14.2	8.6	113	891	110	38.8	306	64.7
×67	67.1	8 550	257	204	15.7	8.9	104	806	110	22.2	218	51.0
×58	58.2	7 420	252	203	13.5	8.0	87.3	693	108	18.8	186	50.3
×49	49.0	6 250	247	202	11.0	7.4	70.6	572	106	15.1	150	49.2
×45	44.9	5 720	266	148	13.0	7.6	71.1	534	111	7.03	95.1	35.1
×39	38.7	4 920	262	147	11.2	6.6	60.1	459	111	5.94	80.8	34.7
×33	32.7	4 170	258	146	9.1	6.1	48.9	379	108	4.73	64.7	33.7
×28	28.5	3 630	260	102	10.0	6.4	40.0	307	105	1.78	34.8	22.1
×25	25.3	3 230	257	102	8.4	6.1	34.2	266	103	1.49	29.2	21.5
×22	22.4	2 850	254	102	6.9	5.8	28.9	227	101	1.23	24.0	20.8
×18	17.9	2 270	251	101	5.3	4.8	22.4	179	99.3	0.913	18.1	20.1
W200 ×100	99.5	12 700	229	210	23.7	14.5	113	989	94.3	36.6	349	53.7
×86	86.7	11 100	222	209	20.6	13.0	94.7	853	92.4	31.4	300	53.2
×71	71.5	9 110	216	206	17.4	10.2	76.6	709	91.7	25.4	246	52.8
×59	59.4	7 560	210	205	14.2	9.1	61.1	582	89.9	20.4	199	51.9
×52	52.3	6 660	206	204	12.6	7.9	52.7	512	89.0	17.8	175	51.7
×46	46.0	5 860	203	203	11.0	7.2	45.5	448	88.1	15.3	151	51.1
×42	41.7	5 310	205	166	11.8	7.2	40.9	399	87.7	9.00	108	41.2
×36	35.9	4 580	201	165	10.2	6.2	34.4	342	86.7	7.64	92.6	40.8

×31	31.4	4 000	210	134	10.2	6.4	31.4	299	88.6	4.10	61.1	32.0
×27	26.6	3 390	207	133	8.4	5.8	25.8	249	87.2	3.30	49.6	31.2
×22	22.4	2 860	206	102	8.0	6.2	20.0	194	83.6	1.42	27.8	22.3
×19	19.4	2 480	203	102	6.5	5.8	16.6	163	81.8	1.15	22.6	21.5
×15	15.0	1 900	200	100	5.2	4.3	12.7	127	81.8	0.869	17.4	21.4
W150 ×37	37.1	4 730	162	154	11.6	8.1	22.2	274	68.5	7.07	91.8	38.7
×30	29.8	3 790	157	153	9.3	6.6	17.2	219	67.4	5.56	72.6	38.3
×22	22.3	2 850	152	152	6.6	5.8	12.1	159	65.2	3.87	50.9	36.8
×24	24.0	3 060	160	102	10.3	6.6	13.4	168	66.2	1.83	35.8	24.5
×18	18.0	2 290	153	102	7.1	5.8	9.16	120	63.2	1.26	24.7	23.5
×14	13.6	1 730	150	100	5.5	4.3	6.87	91.5	63.0	0.918	18.4	23.0
W130 ×28	28.1	3 580	131	128	10.9	6.9	10.9	167	55.2	3.81	59.6	32.6
×24	23.6	3 010	127	127	9.1	6.1	8.80	139	54.1	3.11	49.0	32.1
W100 ×19	19.4	2 470	106	103	8.8	7.1	4.76	89.9	43.9	1.61	31.2	25.5

* Produced exclusively by Algoma Steel (Canada).

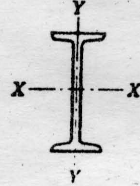


TABLE B-3 PROPERTIES OF I-BEAM SECTIONS (S SHAPES): SI UNITS

Designation	Theoretical mass (kg/m)	Area (mm^2)	Depth (mm)	Flange		Web thickness (mm)	Axis X–X			Axis Y–Y		
				Width (mm)	Thickness (mm)		I (10^6 mm^4)	$S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm^3)	$r = \sqrt{I/A}$ (mm)	I (10^6 mm^4)	$S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm^3)	$r = \sqrt{I/A}$ (mm)
S610 ×180	180.0	22 900	622	204	27.7	20.3	1 310	4 220	239	34.7	340	38.9
×158	157.8	20 100	622	200	27.7	15.7	1 220	3 940	246	32.4	324	40.1
×149	148.7	18 900	610	184	22.1	18.9	996	3 270	230	20.1	218	32.6
×134	134.4	17 100	610	181	22.1	15.9	939	3 080	234	18.9	209	33.2
×119	119.1	15 200	610	178	22.1	12.7	879	2 880	240	17.9	201	34.3
S510 ×143	143.3	18 300	516	183	23.4	20.3	702	2 720	196	21.1	231	34.0
×128	128.9	16 400	516	179	23.4	16.8	660	2 560	201	19.6	219	34.6
×112	111.4	14 200	508	162	20.2	16.1	532	2 090	194	12.5	155	29.7
×98.2	98.4	12 500	508	159	20.2	12.8	497	1 960	199	11.7	148	30.6
S460 ×104	104.7	13 300	457	159	17.6	18.1	387	1 690	171	10.3	129	27.8
×81.4	81.6	10 400	457	152	17.6	11.7	335	1 470	179	8.77	115	29.0
S380 ×74	74.6	9 500	381	143	15.8	14.0	203	1 060	146	6.60	92.3	26.4
×64	63.9	8 150	381	140	15.8	10.4	187	980	161	6.11	87.3	27.4
S310 ×74	74.4	9 470	305	139	16.7	17.4	127	833	116	6.60	94.9	26.4
×60.7	60.6	7 730	305	133	16.7	11.7	113	744	121	5.67	85.3	27.1
×52	52.2	6 650	305	129	13.8	10.9	95.8	629	120	4.16	64.5	25.0
×47	47.4	6 040	305	127	13.8	8.9	91.1	597	123	3.94	62.1	25.5

S250 ×52	52.3	6 600	254	126	12.5	15.1	61.6	485	96.2	3.56	56.5	23.1
×38	37.8	4 820	254	118	12.5	7.9	51.4	405	103	2.84	48.2	24.3
S200 ×34	34.3	4 370	203	106	10.8	11.2	27.0	266	78.6	1.81	34.2	20.4
×27	27.5	3 500	203	102	10.8	6.9	24.0	237	82.8	1.59	31.1	21.3
S180 ×30	29.9	3 800	178	98	10.0	11.4	17.8	200	68.4	1.34	27.3	18.8
×22.8	22.9	2 910	178	93	10.0	6.4	15.4	173	72.7	1.12	24.0	19.6
S150 ×26	25.7	3 270	152	91	9.1	11.8	10.9	144	57.7	0.981	21.6	17.3
×19	18.6	2 370	152	85	9.1	5.9	9.19	121	62.3	0.776	18.2	18.1
S130 ×22	21.9	2 790	127	83	8.3	12.5	6.33	99.6	47.6	0.690	16.6	15.7
×15	14.8	1 890	127	76	8.3	5.4	5.12	80.6	52.0	0.508	13.4	16.4
S100 ×14.1	14.2	1 800	102	71	7.4	8.3	2.85	55.8	39.8	0.376	10.6	14.5
×11	11.4	1 450	102	68	7.4	4.8	2.55	50.1	41.9	0.324	9.52	14.9
S75 ×11	11.2	1 430	76	64	6.6	8.9	1.22	32.0	29.2	0.249	7.77	13.2
×8	8.4	1 070	76	59	6.6	4.3	1.04	27.4	31.2	0.190	6.43	13.3



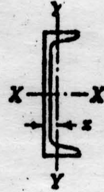


TABLE B-4 PROPERTIES OF CHANNEL SECTIONS: SI UNITS

Designation	Theoretical mass (kg/m)	Area (mm²)	Depth (mm)	Flange Width (mm)	Flange Thickness (mm)	Web thickness (mm)	Axis X–X: I (10^6 mm⁴)	Axis X–X: $S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm³)	Axis X–X: $r = \sqrt{I/A}$ (mm)	Axis Y–Y: I (10^6 mm⁴)	Axis Y–Y: $S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm³)	Axis Y–Y: $r = \sqrt{I/A}$ (mm)	x (mm)
C380 ×74	74.4	9 480	381	94	16.5	18.2	168	881	133	4.60	62.4	22.0	20.3
×60	59.4	7 570	381	89	16.5	13.2	145	760	138	3.84	55.5	22.5	19.7
×50	50.5	6 430	381	86	16.5	10.2	131	687	143	3.39	51.4	23.0	20.0
C310 ×45	44.7	5 690	305	80	12.7	13.0	67.3	442	109	2.12	33.6	19.3	17.0
×37	37.1	4 720	305	77	12.7	9.8	59.9	393	113	1.85	30.9	19.8	17.1
×31	30.8	3 920	305	74	12.7	7.2	53.5	351	117	1.59	28.2	20.1	17.5
C250 ×45	44.5	5 670	254	76	11.1	17.1	42.8	337	86.9	1.60	26.8	16.8	16.3
×37	37.3	4 750	254	73	11.1	13.4	37.9	299	89.3	1.40	24.3	17.2	15.7
×30	29.6	3 780	254	69	11.1	9.6	32.7	257	93.0	1.16	21.5	17.5	15.3
×23	22.6	2 880	254	65	11.1	6.1	27.8	219	98.2	0.922	18.8	17.9	15.9
C230 ×30	29.8	3 800	229	67	10.5	11.4	25.5	222	81.9	1.01	19.3	16.3	14.8
×22	22.3	2 840	229	63	10.5	7.2	21.3	186	86.6	0.806	16.8	16.8	14.9
×20	19.8	2 530	229	61	10.5	5.9	19.8	173	88.5	0.716	15.6	16.8	15.1
C200 ×28	27.9	3 560	203	64	9.9	12.4	18.2	180	71.5	0.825	16.6	15.2	14.4
×21	20.4	2 600	203	59	9.9	7.7	14.9	147	75.7	0.627	13.9	15.5	14.0
×17	17,0	2 170	203	57	9.9	5.6	13.5	133	78.9	0.544	12.8	15.8	14.5

C180 ×22	21.9	2 780	178	58	9.3	10.6	11.3	127	63.8	0.568	12.8	14.3	13.5
×18	18.2	2 310	178	55	9.3	8.0	10.0	113	65.6	0.476	11.4	14.4	13.2
×15	14.5	1 850	178	53	9.3	5.3	8.86	99.6	69.2	0.405	10.3	14.8	13.8
C150 ×19	19.2	2 450	152	54	8.7	11.1	7.12	93.7	53.9	0.425	10.3	13.2	12.9
×16	15.5	1 980	152	51	8.7	8.0	6.22	81.9	56.0	0.351	9.13	13.3	12.6
×12	12.1	1 540	152	48	8.7	5.1	5.36	70.6	59.0	0.279	7.93	13.5	12.8
C130 ×17	17.2	2 190	127	52	8.1	12.0	4.36	68.7	44.6	0.346	8.85	12.6	12.9
×13	13.3	1 700	127	47	8.1	8.3	3.66	57.6	46.4	0.252	7.20	12.2	11.9
×10	9.9	1 260	127	44	8.1	4.8	3.09	48.6	49.5	0.195	6.14	12.4	12.2
C100 ×11	10.8	1 370	102	43	7.5	8.2	1.91	37.4	37.3	0.174	5.52	11.3	11.5
×9	9.4	1 190	102	42	7.5	6.3	1.77	34.6	38.6	0.158	5.18	11.5	11.6
×8	8.0	1 020	102	40	7.5	4.7	1.61	31.6	39.7	0.132	4.65	11.4	11.6
C75 ×9	8.8	1 120	76	40	6.9	9.0	0.85	22.3	27.5	0.123	4.31	10.5	11.4
×7	7.3	933	76	37	6.9	6.6	0.75	19.7	28.3	0.096	3.67	10.1	10.8
×6	6.0	763	76	35	6.9	4.3	0.67	17.6	29.6	0.077	3.21	10.1	10.9

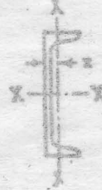
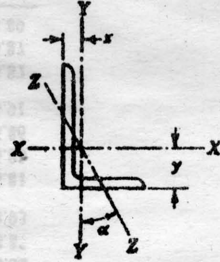
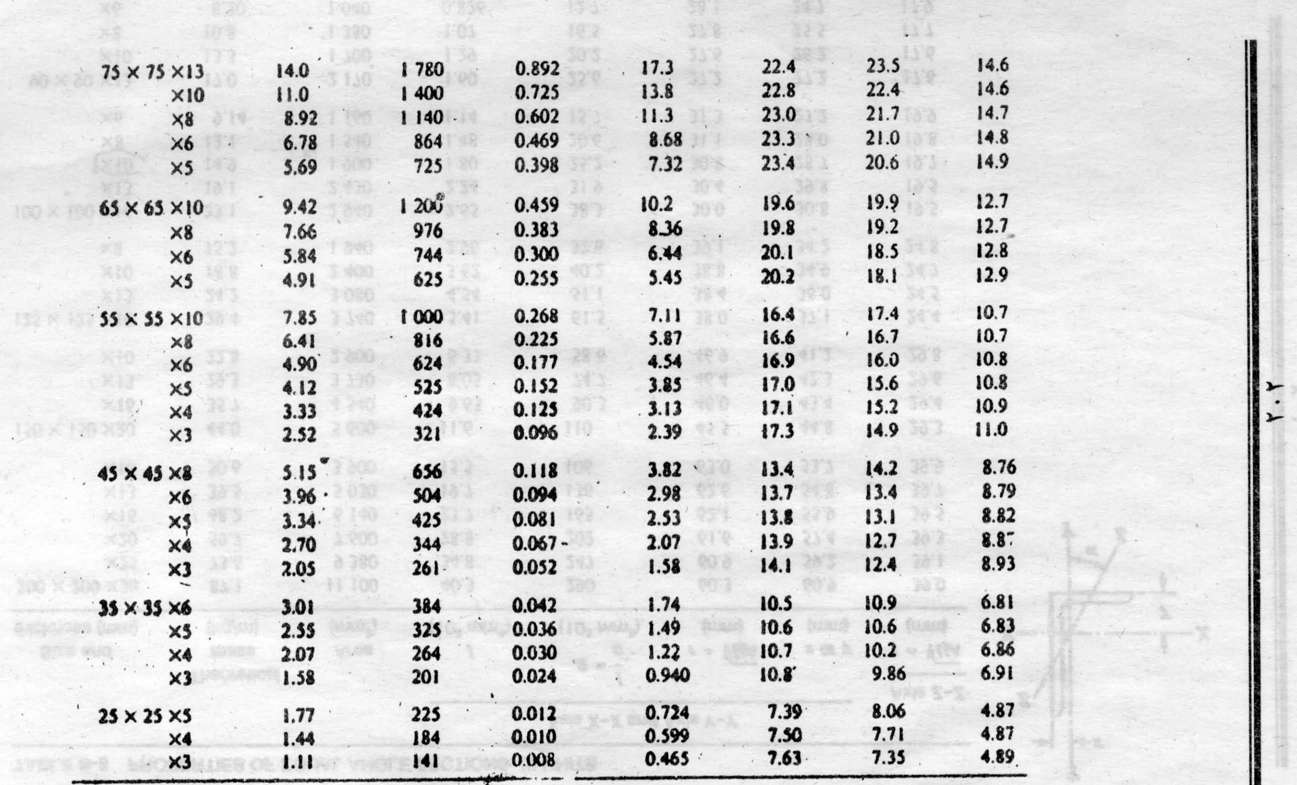


TABLE B-6 PROPERTIES OF EQUAL ANGLE SECTIONS: SI UNITS



Size and thickness (mm)	Theoretical mass (kg/m)	Area (mm²)	Axis X–X and Axis Y–Y: I (10^6 mm⁴)	$S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm³)	$r = \sqrt{I/A}$ (mm)	x or y (mm)	Axis Z–Z: $r = \sqrt{I/A}$ (mm)
200 × 200 ×30	87.1	11 100	40.3	290	60.3	60.9	39.0
×25	73.6	9 380	34.8	247	60.9	59.2	39.1
×20	59.7	7 600	28.8	202	61.6	57.4	39.3
×16	48.2	6 140	23.7	165	62.1	55.9	39.5
×13	39.5	5 030	19.7	136	62.6	54.8	39.7
×10	30.6	3 900	15.5	106	63.0	53.7	39.9
150 × 150 ×20	44.0	5 600	11.6	110	45.5	44.8	29.3
×16	35.7	4 540	9.63	90.3	46.0	43.4	29.4
×13	29.3	3 730	8.05	74.7	46.4	42.3	29.6
×10	22.8	2 900	6.37	58.6	46.9	41.2	29.8
125 × 125 ×16	29.4	3 740	5.41	61.5	38.0	37.1	24.4
×13	24.2	3 080	4.54	51.1	38.4	36.0	24.5
×10	18.8	2 400	3.62	40.2	38.8	34.9	24.7
×8	15.2	1 940	2.96	32.6	39.1	34.2	24.8
100 × 100 ×16	23.1	2 940	2.65	38.3	30.0	30.8	19.5
×13	19.1	2 430	2.24	31.9	30.4	29.8	19.5
×10	14.9	1 900	1.80	25.2	30.8	28.7	19.7
×8	12.1	1 540	1.48	20.6	31.1	28.0	19.8
×6	9.14	1 160	1.14	15.7	31.3	27.2	19.9
90 × 90 ×13	17.0	2 170	1.60	25.6	27.2	27.2	17.6
×10	13.3	1 700	1.29	20.2	27.6	26.2	17.6
×8	10.8	1 380	1.07	16.5	27.8	25.5	17.7
×6	8.20	1 040	0.826	12.7	28.1	24.7	17.9



75 × 75 ×13	14.0	1 780	0.892	17.3	22.4	23.5	14.6
×10	11.0	1 400	0.725	13.8	22.8	22.4	14.6
×8	8.92	1 140	0.602	11.3	23.0	21.7	14.7
×6	6.78	864	0.469	8.68	23.3	21.0	14.8
×5	5.69	725	0.398	7.32	23.4	20.6	14.9
65 × 65 ×10	9.42	1 200	0.459	10.2	19.6	19.9	12.7
×8	7.66	976	0.383	8.36	19.8	19.2	12.7
×6	5.84	744	0.300	6.44	20.1	18.5	12.8
×5	4.91	625	0.255	5.45	20.2	18.1	12.9
55 × 55 ×10	7.85	1 000	0.268	7.11	16.4	17.4	10.7
×8	6.41	816	0.225	5.87	16.6	16.7	10.7
×6	4.90	624	0.177	4.54	16.9	16.0	10.8
×5	4.12	525	0.152	3.85	17.0	15.6	10.8
×4	3.33	424	0.125	3.13	17.1	15.2	10.9
×3	2.52	321	0.096	2.39	17.3	14.9	11.0
45 × 45 ×8	5.15	656	0.118	3.82	13.4	14.2	8.76
×6	3.96	504	0.094	2.98	13.7	13.4	8.79
×5	3.34	425	0.081	2.53	13.8	13.1	8.82
×4	2.70	344	0.067	2.07	13.9	12.7	8.87
×3	2.05	261	0.052	1.58	14.1	12.4	8.93
35 × 35 ×6	3.01	384	0.042	1.74	10.5	10.9	6.81
×5	2.55	325	0.036	1.49	10.6	10.6	6.83
×4	2.07	264	0.030	1.22	10.7	10.2	6.86
×3	1.58	201	0.024	0.940	10.8	9.86	6.91
25 × 25 ×5	1.77	225	0.012	0.724	7.39	8.06	4.87
×4	1.44	184	0.010	0.599	7.50	7.71	4.87
×3	1.11	141	0.008	0.465	7.63	7.35	4.89

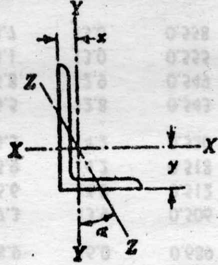


TABLE B-6 PROPERTIES OF UNEQUAL ANGLE SECTIONS: SI UNITS

Size and thickness (mm)	Theoretical mass (kg/m)	Area (mm²)	Axis X–X				Axis Y–Y				Axis Z–Z	
			I (10^6 mm⁴)	$S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm³)	$r = \sqrt{I/A}$ (mm)	y (mm)	I (10^6 mm⁴)	$S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm³)	$r = \sqrt{I/A}$ (mm)	x (mm)	$r = \sqrt{I/A}$ (mm)	tan α
200 × 150 ×25	63.8	8 120	31.6	236	62.3	66.3	15.1	139	43.2	41.3	32.0	0.543
×20	51.8	6 600	26.2	193	63.0	64.5	12.7	115	43.8	39.5	32.1	0.549
×16	42.0	5 340	21.6	158	63.5	63.1	10.5	93.8	44.3	38.1	32.3	0.554
×13	34.4	4 380	17.9	130	64.0	62.0	8.77	77.6	44.7	37.0	32.5	0.557
200 × 100 ×20	44.0	5 600	22.6	180	63.6	74.3	3.84	50.8	26.2	24.3	21.3	0.256
×16	35.7	4 540	18.7	147	64.2	72.8	3.22	41.8	26.6	22.8	21.4	0.262
×13	29.3	3 730	15.6	121	64.6	71.7	2.72	34.7	27.0	21.7	21.6	0.266
×10	22.8	2 900	12.3	94.8	65.1	70.5	2.18	27.4	27.4	20.5	21.8	0.271
150 × 100 ×16	29.4	3 740	8.40	84.8	47.4	50.9	3.00	40.4	28.3	25.9	21.6	0.434
×13	24.2	3 080	7.03	70.2	47.8	49.9	2.53	33.7	28.7	24.9	21.7	0.440
×10	18.8	2 400	5.58	55.1	48.2	48.8	2.03	26.6	29.1	23.8	21.9	0.445
×8	15.2	1 940	4.55	44.6	48.5	48.0	1.67	21.6	29.3	23.0	22.0	0.448
125 × 90 ×16	25.0	3 180	4.84	58.5	39.0	42.2	2.09	32.0	25.6	24.7	19.2	0.499
×13	20.6	2 630	4.07	48.6	39.4	41.2	1.77	26.7	26.0	23.7	19.3	0.505

×10	16.1	2 050	3.25	38.2	39.8	40.1	1.42	21.1	26.4	22.6	19.5	0.511
×8	13.0	1 660	2.66	31.1	40.1	39.3	1.18	17.2	26.6	21.8	19.6	0.515
125 × 75 ×13	19.1	2 430	3.82	47.1	39.6	43.9	1.04	18.5	20.7	18.9	16.2	0.356
×10	14.9	1 900	3.05	37.1	40.0	42.8	0.841	14.7	21.0	17.8	16.3	0.363
×8	12.1	1 540	2.50	30.1	40.3	42.1	0.697	12.0	21.3	17.1	16.4	0.367
×6	9.14	1 160	1.92	23.0	40.6	41.3	0.542	9.23	21.6	16.3	16.6	0.372
100 × 90 ×13	18.1	2 300	2.17	31.4	30.7	31.1	1.66	25.9	26.8	26.1	18.4	0.796
×10	14.1	1 800	1.74	24.9	31.1	30.0	1.33	20.5	27.2	25.0	18.5	0.800
×8	11.4	1 460	1.43	20.3	31.4	29.3	1.10	16.8	27.5	24.3	18.6	0.802
×6	8.67	1 100	1.11	15.5	31.7	28.5	0.851	12.8	27.8	23.5	18.7	0.805
100 × 75 ×13	16.5	2 110	2.04	30.6	31.1	33.4	0.976	18.0	21.5	20.9	16.0	0.541
×10	13.0	1 650	1.64	24.2	31.5	32.3	0.791	14.3	21.9	19.8	16.1	0.549
×8	10.5	1 340	1.35	19.7	31.8	31.5	0.656	11.7	22.2	19.0	16.2	0.554
×6	7.96	1 010	1.04	15.1	32.1	30.8	0.511	9.01	22.4	18.3	16.3	0.559
90 × 75 ×13	15.5	1 980	1.51	24.8	27.6	29.3	0.946	17.8	21.9	21.8	15.6	0.672
×10	12.2	1 550	1.22	19.7	28.0	28.2	0.767	14.1	22.2	20.7	15.7	0.679
×8	9.86	1 260	1.01	16.1	28.3	27.5	0.636	11.6	22.5	20.0	15.8	0.683
×6	7.49	954	0.779	12.3	28.6	26.8	0.495	8.89	22.8	19.3	15.9	0.687
×5	6.28	800	0.660	10.4	28.7	26.4	0.421	7.50	22.9	18.9	16.0	0.689
90 × 65 ×10	11.4	1 450	1.16	19.2	28.3	29.8	0.507	10.6	18.7	17.3	13.9	0.506
×8	9.23	1 180	0.958	15.7	28.5	29.1	0.422	8.72	18.9	16.6	14.0	0.512
×6	7.02	894	0.743	12.1	28.8	28.4	0.330	6.72	19.2	15.9	14.2	0.518
×5	5.89	750	0.629	10.2	29.0	28.0	0.281	5.68	19.4	15.5	14.2	0.520
80 × 60 ×10	10.2	1 300	0.808	15.1	24.9	26.5	0.388	8.92	17.3	16.5	12.8	0.543
×8	8.29	1 060	0.670	12.4	25.2	25.8	0.324	7.33	17.5	15.8	12.9	0.549
×6	6.31	804	0.522	9.50	25.5	25.1	0.254	5.66	17.8	15.1	13.0	0.555
×5	5.30	675	0.443	8.02	25.6	24.7	0.217	4.79	17.9	14.7	13.0	0.558

(continues)

TABLE B-6 PROPERTIES OF UNEQUAL ANGLE SECTIONS: SI UNITS (*Continued*)

Size and thickness (mm)	Theoretical mass (kg/m)	Area (mm^2)	Axis X–X: I (10^6 mm^4)	Axis X–X: $S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm^3)	Axis X–X: $r = \sqrt{I/A}$ (mm)	Axis X–X: y (mm)	Axis Y–Y: I (10^6 mm^4)	Axis Y–Y: $S = \frac{I}{c}$ (10^3 mm^3)	Axis Y–Y: $r = \sqrt{I/A}$ (mm)	Axis Y–Y: x (mm)	Axis Z–Z: $r = \sqrt{I/A}$ (mm)	Axis Z–Z: tan α
70 × 50 ×8	7.35	936	0.525	10.6	23.7	25.5	0.187	5.06	14.1	13.0	10.8	0.434
×6	5.60	714	0.410	8.15	24.0	24.7	0.148	3.92	14.4	12.2	10.9	0.441
×5	4.71	600	0.349	6.88	24.1	24.4	0.127	3.32	14.5	11.9	10.9	0.445
65 × 50 ×8	6.72	856	0.351	8.03	20.2	21.3	0.180	4.97	14.5	13.8	10.6	0.572
×6	5.13	654	0.275	6.19	20.5	20.6	0.142	3.85	14.7	13.1	10.7	0.580
×5	4.32	550	0.235	5.24	20.7	20.2	0.122	3.27	14.9	12.7	10.8	0.583
×4	3.49	444	0.192	4.25	20.8	19.9	0.100	2.66	15.0	12.4	10.8	0.587
55 × 35 ×6	3.96	504	0.152	4.23	17.4	19.0	0.048	1.85	9.77	9.04	7.55	0.396
×5	3.34	425	0.130	3.59	17.5	18.7	0.041	1.58	9.89	8.68	7.59	0.401
×4	2.70	344	0.107	2.92	17.7	18.3	0.034	1.29	10.0	8.31	7.65	0.406
×3	2.05	261	0.083	2.23	17.8	17.9	0.027	0.994	10.2	7.94	7.72	0.411
45 × 30 ×6	3.25	414	0.082	2.79	14.0	15.7	0.029	1.32	8.35	8.22	6.44	0.426
×5	2.75	350	0.070	2.37	14.2	15.4	0.025	1.13	8.46	7.86	6.47	0.433
×4	2.23	284	0.058	1.94	14.3	15.0	0.021	0.930	8.58	7.49	6.51	0.439
×3	1.70	216	0.045	1.49	14.5	14.6	0.016	0.717	8.72	7.12	6.57	0.445

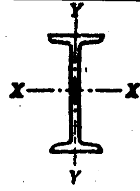


TABLE B-7 PROPERTIES OF WIDE-FLANGE SECTIONS (W SHAPES): U.S. CUSTOMARY UNITS

				Flange		Axis X–X			Axis Y–Y		
Designation	Area (in.^{2})	Depth (in.)	Web thickness (in.)	Width (in.)	Thickness (in.)	I (in.^{4})	$S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	$r = \sqrt{I/A}$ (in.)	I (in.^{4})	$S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	$r = \sqrt{I/A}$ (in.)
W36 ×300	88.3	36.74	0.945	16.655	1.680	20 300	1 110	15.2	1 300	156	3.83
×280	82.4	36.52	0.885	16.595	1.570	18 900	1 030	15.1	1 200	144	3.81
×260	76.5	36.26	0.840	16.550	1.440	17 300	953	15.0	1 090	132	3.78
×245	72.1	36.08	0.800	16.510	1.350	16 100	895	15.0	1 010	123	3.75
×230	67.6	35.90	0.760	16.470	1.260	15 000	837	14.9	940	114	3.73
W36 ×210	61.8	36.69	0.830	12.180	1.360	13 200	719	14.6	411	67.5	2.58
×194	57.0	36.49	0.765	12.115	1.260	12 100	664	14.6	375	61.9	2.56
×182	53.6	36.33	0.725	12.075	1.180	11 300	623	14.5	347	57.6	2.55
×170	50.0	36.17	0.680	12.030	1.100	10 500	580	14.5	320	53.2	2.53
×160	47.0	36.01	0.650	12.000	1.020	9 750	542	14.4	295	49.1	2.50
×150	44.2	35.85	0.625	11.975	0.940	9 040	504	14.3	270	45.1	2.47
×135	39.7	35.55	0.600	11.950	0.790	7 800	439	14.0	225	37.7	2.38
W33 ×241	70.9	34.18	0.830	15.860	1.400	14 200	829	14.1	932	118	3.63
×221	65.0	33.93	0.775	15.805	1.275	12 800	757	14.1	840	106	3.59
×201	59.1	33.68	0.715	15.745	1.150	11 500	684	14.0	749	95.2	3.56

(continues)

TABLE B-7 PROPERTIES OF WIDE-FLANGE SECTIONS (W SHAPES): U.S. CUSTOMARY UNITS (*Continued*)

Designation	Area (in.²)	Depth (in.)	Web thickness (in.)	Flange Width (in.)	Flange Thickness (in.)	Axis X–X I (in.⁴)	Axis X–X $S = \frac{I}{c}$ (in.³)	Axis X–X $r = \sqrt{I/A}$ (in.)	Axis Y–Y I (in.⁴)	Axis Y–Y $S = \frac{I}{c}$ (in.³)	Axis Y–Y $r = \sqrt{I/A}$ (in.)
W33 ×152	44.7	33.49	0.635	11.565	1.055	8 160	487	13.5	273	47.2	2.47
×141	41.6	33.30	0.605	11.535	0.960	7 450	448	13.4	246	42.7	2.43
×130	38.3	33.09	0.580	11.510	0.855	6 710	406	13.2	218	37.9	2.39
×118	34.7	32.86	0.550	11.480	0.740	5 900	359	13.0	187	32.6	2.32
W30 ×211	62.0	30.94	0.775	15.105	1.315	10 300	663	12.9	757	100	3.49
×191	56.1	30.68	0.710	15.040	1.185	9 170	598	12.8	673	89.5	3.46
×173	50.8	30.44	0.655	14.985	1.065	8 200	539	12.7	598	79.8	3.43
W30 ×132	38.9	30.31	0.615	10.545	1.000	5 770	380	12.2	196	37.2	2.25
×124	36.5	30.17	0.585	10.515	0.930	5 360	355	12.1	181	34.4	2.23
×116	34.2	30.01	0.565	10.495	0.850	4 930	329	12.0	164	31.3	2.19
×108	31.7	29.83	0.545	10.475	0.760	4 470	299	11.9	146	27.9	2.15
×99	29.1	29.65	0.520	10.450	0.670	3 990	269	11.7	128	24.5	2.10
W27 ×178	52.3	27.81	0.725	14.085	1.190	6 990	502	11.6	555	78.8	3.26
×161	47.4	27.59	0.660	14.020	1.080	6 280	455	11.5	497	70.9	3.24
×146	42.9	27.38	0.605	13.965	0.975	5 630	411	11.4	443	63.5	3.21
W27 ×114	33.5	27.29	0.570	10.070	0.930	4 090	299	11.0	159	31.5	2.18
×102	30.0	27.09	0.515	10.015	0.830	3 620	267	11.0	139	27.8	2.15
×94	27.7	26.92	0.490	9.990	0.745	3 270	243	10.9	124	24.8	2.12
×84	24.8	26.71	0.460	9.960	0.640	2 850	213	10.7	106	21.2	2.07
W24 ×162	47.7	25.00	0.705	12.955	1.220	5 170	414	10.4	443	68.4	3.05
×146	43.0	24.74	0.650	12.900	1.090	4 580	371	10.3	391	60.5	3.01
×131	38.5	24.48	0.605	12.855	0.960	4 020	329	10.2	340	53.0	2.97
×117	34.4	24.26	0.550	12.800	0.850	3 540	291	10.1	297	46.5	2.94
×104	30.6	24.06	0.500	12.750	0.750	3 100	258	10.1	259	40.7	2.91

W24 ×94	27.7	24.31	0.515	9.065	0.875	2 700	222	9.87	109	24.0	1.98
×84	24.7	24.10	0.470	9.020	0.770	2 370	196	9.79	94.4	20.9	1.95
×76	22.4	23.92	0.440	8.990	0.680	2 100	176	9.69	82.5	18.4	1.92
×68	20.1	23.73	0.415	8.965	0.585	1 830	154	9.55	70.4	15.7	1.87
W24 ×62	18.2	23.74	0.430	7.040	0.590	1 550	131	9.23	34.5	9.80	1.38
×55	16.2	23.57	0.395	7.005	0.505	1 350	114	9.11	29.1	8.30	1.34
W21 ×147	43.2	22.06	0.720	12.510	1.150	3 630	329	9.17	376	60.1	2.95
×132	38.8	21.83	0.650	12.440	1.035	3 220	295	9.12	333	53.5	2.93
×122	35.9	21.68	0.600	12.390	0.960	2 960	273	9.09	305	49.2	2.92
×111	32.7	21.51	0.550	12.340	0.875	2 670	249	9.05	274	44.5	2.90
×101	29.8	21.36	0.500	12.290	0.800	2 420	227	9.02	248	40.3	2.89
W21 ×93	27.3	21.62	0.580	8.420	0.930	2 070	192	8.70	92.9	22.1	1.84
×83	24.3	21.43	0.515	8.355	0.835	1 830	171	8.67	81.4	19.5	1.83
×73	21.5	21.24	0.455	8.295	0.740	1 600	151	8.64	70.6	17.0	1.81
×68	20.0	21.13	0.430	8.270	0.685	1 480	140	8.60	64.7	15.7	1.80
×62	18.3	20.99	0.400	8.240	0.615	1 330	127	8.54	57.5	13.9	1.77
W21 ×57	16.7	21.06	0.405	6.555	0.650	1 170	111	8.36	30.6	9.35	1.35
×50	14.7	20.83	0.380	6.530	0.535	984	94.5	8.18	24.9	7.64	1.30
×44	13.0	20.66	0.350	6.500	0.450	843	81.6	8.06	20.7	6.36	1.26
W18 ×119	35.1	18.97	0.655	11.265	1.060	2 190	231	7.90	253	44.9	2.69
×106	31.1	18.73	0.590	11.200	0.940	1 910	204	7.84	220	39.4	2.66
×97	28.5	18.59	0.535	11.145	0.870	1 750	188	7.82	201	36.1	2.65
×86	25.3	18.39	0.480	11.090	0.770	1 530	166	7.77	175	31.6	2.63
×76	22.3	18.21	0.425	11.035	0.680	1 330	146	7.73	152	27.6	2.61
W18 ×71	20.8	18.47	0.495	7.635	0.810	1 170	127	7.50	60.3	15.8	1.70
×65	19.1	18.35	0.450	7.590	0.750	1 070	117	7.49	54.8	14.4	1.69
×60	17.6	18.24	0.415	7.555	0.695	984	108	7.47	50.1	13.3	1.69
×55	16.2	18.11	0.390	7.530	0.630	890	98.3	7.41	44.9	11.9	1.67
×50	14.7	17.99	0.355	7.495	0.570	800	88.9	7.38	40.1	10.7	1.65

(continues)

TABLE B-7 PROPERTIES OF WIDE-FLANGE SECTIONS (W SHAPES): U.S. CUSTOMARY UNITS (*Continued*)

				Flange		Axis X–X			Axis Y–Y		
Designation	Area (in.^{2})	Depth (in.)	Web thickness (in.)	Width (in.)	Thickness (in.)	I (in.^{4})	$S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	$r = \sqrt{I/A}$ (in.)	I (in.^{4})	$S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	$r = \sqrt{I/A}$ (in.)
W18 ×46	13.5	18.06	0.360	6.060	0.605	712	78.8	7.25	22.5	7.43	1.29
×40	11.8	17.90	0.315	6.015	0.525	612	68.4	7.21	19.1	6.35	1.27
×35	10.3	17.70	0.300	6.000	0.425	510	57.6	7.04	15.3	5.12	1.22
W16 ×100	29.4	16.97	0.585	10.425	0.985	1 490	175	7.10	186	35.7	2.51
×89	26.2	16.75	0.525	10.365	0.875	1 300	155	7.05	163	31.4	2.49
×77	22.6	16.52	0.455	10.295	0.760	1 110	134	7.00	138	26.9	2.47
×67	19.7	16.33	0.395	10.235	0.665	954	117	6.96	119	23.2	2.46
W16 ×57	16.8	16.43	0.430	7.120	0.715	758	92.2	6.72	43.1	12.1	1.60
×50	14.7	16.26	0.380	7.070	0.630	659	81.0	6.68	37.2	10.5	1.59
×45	13.3	16.13	0.345	7.035	0.565	586	72.7	6.65	32.8	9.34	1.57
×40	11.8	16.01	0.305	6.995	0.505	518	64.7	6.63	28.9	8.25	1.57
×36	10.6	15.86	0.295	6.985	0.430	448	56.5	6.51	24.5	7.00	1.52
W16 ×31	9.12	15.88	0.275	5.525	0.440	375	47.2	6.41	12.4	4.49	1.17
×26	7.68	15.69	0.250	5.500	0.345	301	38.4	6.26	9.59	3.49	1.12
W14 ×730	215.0	22.42	3.070	17.890	4.910	14 300	1 280	8.17	4 720	527	4.69
×665	196.0	21.64	2.830	17.650	4.520	12 400	1 150	7.98	4 170	472	4.62
×605	178.0	20.92	2.595	17.415	4.160	10 800	1 040	7.80	3 680	423	4.55
×550	162.0	20.24	2.380	17.200	3.820	9 430	931	7.63	3 250	378	4.49
×500	147.0	19.60	2.190	17.010	3.500	8 210	838	7.48	2 880	339	4.43
×455	134.0	19.02	2.015	16.835	3.210	7 190	756	7.33	2 560	304	4.38
W14 ×426	125.0	18.67	1.875	16.695	3.035	6 600	707	7.26	2 360	283	4.34
×398	117.0	18.29	1.770	16.590	2.845	6 000	656	7.16	2 170	262	4.31

×370	109.0	17.92	1.655	16.475	2.660	5 440	607	7.07	1 990	241	4.27
×342	101.0	17.54	1.540	16.360	2.470	4 900	559	6.98	1 810	221	4.24
W14×311	91.4	17.12	1.410	16.230	2.260	4 330	506	6.88	1 610	199	4.20
×283	83.3	16.74	1.290	16.110	2.070	3 840	459	6.79	1 440	179	4.17
×257	75.6	16.38	1.175	15.995	1.890	3 400	415	6.71	1 290	161	4.13
×233	68.5	16.04	1.070	15.890	1.720	3 010	375	6.63	1 150	145	4.10
×211	62.0	15.72	0.980	15.800	1.560	2 660	338	6.55	1 030	130	4.07
×193	56.8	15.48	0.890	15.710	1.440	2 400	310	6.50	931	119	4.05
×176	51.8	15.22	0.830	15.650	1.310	2 140	281	6.43	838	107	4.02
×159	46.7	14.98	0.745	15.565	1.190	1 900	254	6.38	748	96.2	4.00
×145	42.7	14.78	0.680	15.500	1.090	1 710	232	6.33	677	87.3	3.98
W14 ×132	38.8	14.66	0.645	14.725	1.030	1 530	209	6.28	548	74.5	3.76
×120	35.3	14.48	0.590	14.670	0.940	1 380	190	6.24	495	67.5	3.74
×109	32.0	14.32	0.525	14.605	0.860	1 240	173	6.22	447	61.2	3.73
×99	29.1	14.16	0.485	14.565	0.780	1 410	157	6.17	402	55.2	3.71
×90	26.5	14.02	0.440	14.520	0.710	999	143	6.14	362	49.9	3.70
W14 ×82	24.1	14.31	0.510	10.130	0.855	882	123	6.05	148	29.3	2.48
×74	21.8	14.17	0.450	10.070	0.785	796	112	6.04	134	26.6	2.48
×68	20.0	14.04	0.415	10.035	0.720	723	103	6.01	121	24.2	2.46
×61	17.9	13.89	0.375	9.995	0.645	640	92.2	5.98	107	21.5	2.45
W14 ×53	15.6	13.92	0.370	8.060	0.660	541	77.8	5.89	57.7	14.3	1.92
×48	14.1	13.79	0.340	8.030	0.595	485	70.3	5.85	51.4	12.8	1.91
×43	12.6	13.66	0.305	7.995	0.530	428	62.7	5.82	45.2	11.3	1.89
W14 ×38	11.2	14.10	0.310	6.770	0.515	385	54.6	5.87	26.7	7.88	1.55
×34	10.0	13.98	0.285	6.745	0.455	340	48.6	5.83	23.3	6.91	1.53
×30	8.85	13.84	0.270	6.730	0.385	291	42.0	5.73	19.6	5.82	1.49
W14 ×26	7.69	13.91	0.255	5.025	0.420	245	35.3	5.65	8.91	3.54	1.08
×22	6.49	13.74	0.230	5.000	0.335	199	29.0	5.54	7.00	2.80	1.04

(continues)

TABLE B-7 PROPERTIES OF WIDE-FLANGE SECTIONS (W SHAPES): U.S. CUSTOMARY UNITS (*Continued*)

Designation	Area (in.^{2})	Depth (in.)	Web thickness (in.)	Flange Width (in.)	Flange Thickness (in.)	Axis X–X I (in.^{4})	Axis X–X $S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	Axis X–X $r = \sqrt{I/A}$ (in.)	Axis Y–Y I (in.^{4})	Axis Y–Y $S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	Axis Y–Y $r = \sqrt{I/A}$ (in.)
W12 ×336	98.8	16.82	1.775	13.385	2.955	4 060	483	6.41	1 190	177	3.47
×305	89.6	16.32	1.625	13.235	2.705	3 550	435	6.29	1 050	159	3.42
×279	81.9	15.85	1.530	13.140	2.470	3 110	393	6.16	937	143	3.38
×252	74.1	15.41	1.395	13.005	2.250	2 720	353	6.06	828	127	3.34
×230	67.7	15.05	1.285	12.895	2.070	2 420	321	5.97	742	115	3.31
×210	61.8	14.71	1.180	12.790	1.900	2 140	292	5.89	664	104	3.28
×190	55.8	14.38	1.060	12.670	1.735	1 890	263	5.82	589	93.0	3.25
×170	50.0	14.03	0.960	12.570	1.560	1 650	235	5.74	517	82.3	3.22
×152	44.7	13.71	0.870	12.480	1.400	1 430	209	5.66	454	72.8	3.19
×136	39.9	13.41	0.790	12.400	1.250	1 240	186	5.58	398	64.2	3.16
×120	35.3	13.12	0.710	12.320	1.105	1 070	163	5.51	345	56.0	3.13
×106	31.2	12.89	0.610	12.220	0.990	933	145	5.47	301	49.3	3.11
×96	28.2	12.71	0.550	12.160	0.900	833	131	5.44	270	44.4	3.09
×87	25.6	12.53	0.515	12.125	0.810	740	118	5.38	241	39.7	3.07
×79	23.2	12.38	0.470	12.080	0.735	662	107	5.34	216	35.8	3.05
×72	21.1	12.25	0.430	12.040	0.670	597	97.4	5.31	195	32.4	3.04
×65	19.1	12.12	0.390	12.000	0.605	533	87.9	5.28	174	29.1	3.02
W12 ×58	17.0	12.19	0.360	10.010	0.640	475	78.0	5.28	107	21.4	2.51
×53	15.6	12.06	0.345	9.995	0.575	425	70.6	5.23	95.8	19.2	2.48
W12 ×50	14.7	12.19	0.370	8.080	0.640	394	64.7	5.18	56.3	13.9	1.96
×45	13.2	12.06	0.335	8.045	0.575	350	58.1	5.15	50.0	12.4	1.94
×40	11.8	11.94	0.295	8.005	0.515	310	51.9	5.13	44.1	11.0	1.93
W12 ×35	10.3	12.50	0.300	6.560	0.520	285	45.6	5.25	24.5	7.47	1.54
×30	8.79	12.34	0.260	6.520	0.440	238	38.6	5.21	20.3	6.24	1.52
×26	7.65	12.22	0.230	6.490	0.380	204	33.4	5.17	17.3	5.34	1.51

W12 ×22	6.48	12.31	0.260	4.030	0.425	156	25.4	4.91	4.66	2.31	0.847
×19	5.57	12.16	0.235	4.005	0.350	130	21.3	4.82	3.76	1.88	0.822
×16	4.71	11.99	0.220	3.990	0.265	103	17.1	4.67	2.82	1.41	0.773
×14	4.16	11.91	0.200	3.970	0.225	88.6	14.9	4.62	2.36	1.19	0.753
W10 ×112	32.9	11.36	0.755	10.415	1.250	716	126	4.66	236	45.3	2.68
×100	29.4	11.10	0.680	10.340	1.120	623	112	4.60	207	40.0	2.65
×88	25.9	10.84	0.605	10.265	0.990	534	98.5	4.54	179	34.8	2.63
×77	22.6	10.60	0.530	10.190	0.870	455	85.9	4.49	154	30.1	2.60
×68	20.0	10.40	0.470	10.130	0.770	394	75.7	4.44	134	26.4	2.59
×60	17.6	10.22	0.420	10.080	0.680	341	66.7	4.39	116	23.0	2.57
×54	15.8	10.09	0.370	10.030	0.615	303	60.0	4.37	103	20.6	2.56
×49	14.4	9.98	0.340	10.000	0.560	272	54.6	4.35	93.4	18.7	2.54
W10 ×45	13.3	10.10	0.350	8.020	0.620	248	49.1	4.32	53.4	13.3	2.01
×39	11.5	9.92	0.315	7.985	0.530	209	42.1	4.27	45.0	11.3	1.98
×33	9.71	9.73	0.290	7.960	0.435	170	35.0	4.19	36.6	9.20	1.94
W10 ×30	8.84	10.47	0.300	5.810	0.510	170	32.4	4.38	16.7	5.75	1.37
×26	7.61	10.33	0.260	5.770	0.440	144	27.9	4.35	14.1	4.89	1.36
×22	6.49	10.17	0.240	5.750	0.360	118	23.2	4.27	11.4	3.97	1.33
W10 ×19	5.62	10.24	0.250	4.020	0.395	96.3	18.8	4.14	4.29	2.14	0.874
×17	4.99	10.11	0.240	4.010	0.330	81.9	16.2	4.05	3.56	1.78	0.844
×15	4.41	9.99	0.230	4.000	0.270	68.9	13.8	3.95	2.89	1.45	0.810
×12	3.54	9.87	0.190	3.960	0.210	53.8	10.9	3.90	2.18	1.10	0.785
W8 ×67	19.7	9.00	0.570	8.280	0.935	272	60.4	3.72	88.6	21.4	2.12
×58	17.1	8.75	0.510	8.220	0.810	228	52.0	3.65	75.1	18.3	2.10
×48	14.1	8.50	0.400	8.110	0.685	184	43.3	3.61	60.9	15.0	2.08
×40	11.7	8.25	0.360	8.070	0.560	146	35.5	3.53	49.1	12.2	2.04
×35	10.3	8.12	0.310	8.020	0.495	127	31.2	3.51	42.6	10.6	2.03
×31	9.13	8.00	0.285	7.995	0.435	110	27.5	3.47	37.1	9.27	2.02

(continues)

TABLE B-7 PROPERTIES OF WIDE-FLANGE SECTIONS (W SHAPES): U.S. CUSTOMARY UNITS (*Continued*)

Designation	Area (in.^{2})	Depth (in.)	Web thickness (in.)	Flange Width (in.)	Flange Thickness (in.)	Axis X–X I (in.^{4})	Axis X–X $S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	Axis X–X $r = \sqrt{I/A}$ (in.)	Axis Y–Y I (in.^{4})	Axis Y–Y $S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	Axis Y–Y $r = \sqrt{I/A}$ (in.)
W8 ×28	8.25	8.06	0.285	6.535	0.465	98.0	24.3	3.45	21.7	6.63	1.62
×24	7.08	7.93	0.245	6.495	0.400	82.8	20.9	3.42	18.3	5.63	1.61
W8 ×21	6.16	8.28	0.250	5.270	0.400	75.3	18.2	3.49	9.77	3.71	1.26
×18	5.26	8.14	0.230	5.250	0.330	61.9	15.2	3.43	7.97	3.04	1.23
W8 ×15	4.44	8.11	0.245	4.015	0.315	48.0	11.8	3.29	3.41	1.70	0.876
×13	3.84	7.99	0.230	4.000	0.255	39.6	9.91	3.21	2.73	1.37	0.843
×10	2.96	7.89	0.170	3.940	0.205	30.8	7.81	3.22	2.09	1.06	0.841
W6 ×25	7.34	6.38	0.320	6.080	0.455	53.4	16.7	2.70	17.1	5.61	1.52
×20	5.87	6.20	0.260	6.020	0.365	41.4	13.4	2.66	13.3	4.41	1.50
×15	4.43	5.99	0.230	5.990	0.260	29.1	9.72	2.56	9.32	3.11	1.46
W6 ×16	4.74	6.28	0.260	4.030	0.405	32.1	10.2	2.60	4.43	2.20	0.966
×12	3.55	6.03	0.230	4.000	0.280	22.1	7.31	2.49	2.99	1.50	0.918
×9	2.68	5.90	0.170	3.940	0.215	16.4	5.56	2.47	2.19	1.11	0.905
W5 ×19	5.54	5.15	0.270	5.030	0.430	26.2	10.2	2.17	9.13	3.63	1.28
×16	4.68	5.01	0.240	5.000	0.360	21.3	8.51	2.13	7.51	3.00	1.27
W4 ×13	3.83	4.16	0.280	4.060	0.345	11.3	5.46	1.72	3.86	1.90	1.00

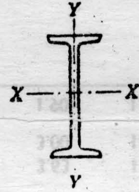


TABLE B-8 PROPERTIES OF I-BEAM SECTIONS (S SHAPES): U.S. CUSTOMARY UNITS

Designation	Area (in.²)	Depth (in.)	Web thickness (in.)	Flange Width (in.)	Flange Thickness (in.)	Axis X-X I (in.⁴)	Axis X-X $S = \frac{I}{c}$ (in.³)	Axis X-X $r = \sqrt{I/A}$ (in.)	Axis Y-Y I (in.⁴)	Axis Y-Y $S = \frac{I}{c}$ (in.³)	Axis Y-Y $r = \sqrt{I/A}$ (in.)
S24 ×121	35.6	24.50	0.800	8.050	1.090	3 160	258	9.43	83.3	20.7	1.53
×106	31.2	24.50	0.620	7.870	1.090	2 940	240	9.71	77.1	19.6	1.57
S24 ×100	29.3	24.00	0.745	7.245	0.870	2 390	199	9.02	47.7	13.2	1.27
×90	26.5	24.00	0.625	7.125	0.870	2 250	187	9.21	44.9	12.6	1.30
×80	23.5	24.00	0.500	7.000	0.870	2 100	175	9.47	42.2	12.1	1.34
S20 ×96	28.2	20.30	0.800	7.200	0.920	1 670	165	7.71	50.2	13.9	1.33
×86	25.3	20.30	0.660	7.060	0.920	1 580	155	7.89	46.8	13.3	1.36
S20 ×75	22.0	20.00	0.635	6.385	0.795	1 280	128	7.62	29.8	9.32	1.16
×66	19.4	20.00	0.505	6.255	0.795	1 190	119	7.83	27.7	8.85	1.19
S18 ×70	20.6	18.00	0.711	6.251	0.691	926	103	6.71	24.1	7.72	1.08
×54.7	16.1	18.00	0.461	6.001	0.691	804	89.4	7.07	20.8	6.94	1.14
S15 ×50	14.7	15.00	0.550	5.640	0.622	486	64.8	5.75	15.7	5.57	1.03
×42.9	12.6	15.00	0.411	5.501	0.622	447	59.6	5.95	14.4	5.23	1.07

(continues)

TABLE B-8 PROPERTIES OF I-BEAM SECTIONS (S SHAPES): U.S. CUSTOMARY UNITS (*Continued*)

				Flange		Axis X–X			Axis Y–Y		
Designation	Area (in.^{2})	Depth (in.)	Web thickness (in.)	Width (in.)	Thickness (in.)	I (in.^{4})	$S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	$r = \sqrt{I/A}$ (in.)	I (in.^{4})	$S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	$r = \sqrt{I/A}$ (in.)
S12 ×50	14.7	12.00	0.687	5.477	0.659	305	50.8	4.55	15.7	5.74	1.03
×40.8	12.0	12.00	0.462	5.252	0.659	272	45.4	4.77	13.6	5.16	1.06
S12 ×35	10.3	12.00	0.428	5.078	0.544	229	38.2	4.72	9.87	3.89	0.980
×31.8	9.35	12.00	0.350	5.000	0.544	218	36.4	4.83	9.36	3.74	1.00
S10 ×35	10.3	10.00	0.594	4.944	0.491	147	29.4	3.78	8.36	3.38	0.901
×25.4	7.46	10.00	0.311	4.661	0.491	124	24.7	4.07	6.79	2.91	0.954
S8 ×23	6.77	8.00	0.441	4.171	0.426	64.9	16.2	3.10	4.31	2.07	0.798
×18.4	5.41	8.00	0.271	4.001	0.426	57.6	14.4	3.26	3.73	1.86	0.831
S7 ×20	5.88	7.00	0.450	3.860	0.392	42.4	12.1	2.69	3.17	1.64	0.734
×15.3	4.50	7.00	0.252	3.662	0.392	36.7	10.5	2.86	2.64	1.44	0.766
S6 ×17.25	5.07	6.00	0.465	3.565	0.359	26.3	8.77	2.28	2.31	1.30	0.675
×12.5	3.67	6.00	0.232	3.332	0.359	22.1	7.37	2.45	1.82	1.09	0.705
S5 ×14.75	4.34	5.00	0.494	3.284	0.326	15.2	6.09	1.87	1.67	1.01	0.620
×10	2.94	5.00	0.214	3.004	0.326	12.3	4.92	2.05	1.22	0.809	0.643
S4 ×9.5	2.79	4.00	0.326	2.796	0.293	6.79	3.39	1.56	0.903	0.646	0.569
×7.7	2.26	4.00	0.193	2.663	0.293	6.08	3.04	1.64	0.764	0.574	0.581
S3 ×7.5	2.21	3.00	0.349	2.509	0.260	2.93	1.95	1.15	0.586	0.468	0.516
×5.7	1.67	3.00	0.170	2.330	0.260	2.52	1.68	1.23	0.455	0.390	0.522

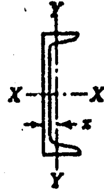


TABLE B-9 PROPERTIES OF CHANNEL SECTIONS: U.S. CUSTOMARY UNITS

Designation	Area	Depth	Web thickness	Flange		Axis X–X			Axis Y–Y			
	(in.²)	(in.)	(in.)	Width (in.)	Average thickness (in.)	I (in.⁴)	$S = \frac{I}{c}$ (in.³)	$r = \sqrt{I/A}$ (in.)	I (in.⁴)	$S = \frac{I}{c}$ (in.³)	$r = \sqrt{I/A}$ (in.³)	x (in.)
C15 ×50	14.7	15.00	0.716	3.716	0.650	404	53.8	5.24	11.0	3.78	0.867	0.798
×40	11.8	15.00	0.520	3.520	0.650	349	46.5	5.44	9.23	3.37	0.886	0.777
×33.9	9.96	15.00	0.400	3.400	0.650	315	42.0	5.62	8.13	3.11	0.904	0.787
C12 ×30	8.82	12.00	0.510	3.170	0.501	162	27.0	4.29	5.14	2.06	0.763	0.674
×25	7.35	12.00	0.387	3.047	0.501	144	24.1	4.43	4.47	1.88	0.780	0.674
×20.7	6.09	12.00	0.282	2.942	0.501	129	21.5	4.61	3.88	1.73	0.799	0.698
C10 ×30	8.82	10.00	0.673	3.033	0.436	103	20.7	3.42	3.94	1.65	0.669	0.649
×25	7.35	10.00	0.526	2.886	0.436	91.2	18.2	3.52	3.36	1.48	0.676	0.617
×20	5.88	10.00	0.379	2.739	0.436	78.9	15.8	3.66	2.81	1.32	0.692	0.606
×15.3	4.49	10.00	0.240	2.600	0.436	67.4	13.5	3.87	2.28	1.16	0.713	0.634
C9 ×20	5.88	9.00	0.448	2.648	0.413	60.9	13.5	3.22	2.42	1.17	0.642	0.583
×15	4.41	9.00	0.285	2.485	0.413	51.0	11.3	3.40	1.93	1.01	0.661	0.586
×13.4	3.94	9.00	0.233	2.433	0.413	47.9	10.6	3.48	1.76	0.962	0.669	0.601

(continues)

TABLE B-9 PROPERTIES OF CHANNEL SECTIONS: U.S. CUSTOMARY UNITS (*Continued*)

				Flange		Axis X–X			Axis Y–Y			
Designation	Area (in.^{2})	Depth (in.)	Web thickness (in.)	Width (in.)	Average thickness (in.)	I (in.^{4})	$S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	$r = \sqrt{I/A}$ (in.)	I (in.^{4})	$S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	$r = \sqrt{I/A}$ (in.^{3})	x (in.)
C8 ×18.75	5.51	8.00	0.487	2.527	0.390	44.0	11.0	2.82	1.98	1.01	0.599	0.565
×13.75	4.04	8.00	0.303	2.343	0.390	36.1	9.03	2.99	1.53	0.854	0.615	0.553
×11.5	3.38	8.00	0.220	2.260	0.390	32.6	8.14	3.11	1.32	0.781	0.625	0.571
C7 ×14.75	4.33	7.00	0.419	2.299	0.366	27.2	7.78	2.51	1.38	0.779	0.564	0.532
×12.25	3.60	7.00	0.314	2.194	0.366	24.2	6.93	2.60	1.17	0.703	0.571	0.525
×9.8	2.87	7.00	0.210	2.090	0.366	21.3	6.08	2.72	0.968	0.625	0.581	0.540
C6 ×13	3.83	6.00	0.437	2.157	0.343	17.4	5.80	2.13	1.05	0.642	0.525	0.514
×10.5	3.09	6.00	0.314	2.034	0.343	15.2	5.06	2.22	0.866	0.564	0.529	0.499
×8.2	2.40	6.00	0.200	1.920	0.343	13.1	4.38	2.34	0.693	0.492	0.537	0.511
C5 ×9	2.64	5.00	0.325	1.885	0.320	8.90	3.56	1.83	0.632	0.450	0.489	0.478
×6.7	1.97	5.00	0.190	1.750	0.320	7.49	3.00	1.95	0.479	0.378	0.493	0.484
C4 ×7.25	2.13	4.00	0.321	1.721	0.296	4.59	2.29	1.47	0.433	0.343	0.450	0.459
×5.4	1.59	4.00	0.184	1.584	0.296	3.85	1.93	1.56	0.319	0.283	0.449	0.457
C3 ×6	1.76	3.00	0.356	1.596	0.273	2.07	1.38	1.08	0.305	0.268	0.416	0.455
×5	1.47	3.00	0.258	1.498	0.273	1.85	1.24	1.12	0.247	0.233	0.410	0.438
×4.1	1.21	3.00	0.170	1.410	0.273	1.66	1.10	1.17	0.197	0.202	0.404	0.436

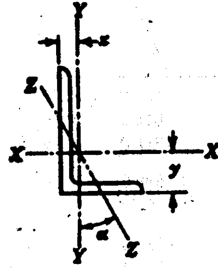


TABLE B-10 PROPERTIES OF EQUAL AND UNEQUAL ANGLE SECTIONS: U.S. CUSTOMARY UNITS

Size and thickness (in.)	Weight per foot (lb)	Area (in.^{2})	Axis X–X: I (in.^{4})	Axis X–X: $S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	Axis X–X: $r = \sqrt{I/A}$ (in.)	Axis X–X: y (in.)	Axis Y–Y: I (in.^{4})	Axis Y–Y: $S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	Axis Y–Y: $r = \sqrt{I/A}$ (in.)	Axis Y–Y: x (in.)	Axis Z–Z: $r = \sqrt{I/A}$ (in.)	Axis Z–Z: $\tan \alpha$
L9 × 4 × ⅝	26.3	7.73	64.9	11.5	2.90	3.36	8.32	2.65	1.04	0.858	0.847	0.216
9/16	23.8	7.00	59.1	10.4	2.91	3.33	7.63	2.41	1.04	0.834	0.850	0.218
½	21.3	6.25	53.2	9.34	2.92	3.31	6.92	2.17	1.05	0.810	0.854	0.220
L8 × 8 × 1⅛	56.9	16.7	98.0	17.5	2.42	2.41	98.0	17.5	2.42	2.41	1.56	1.000
1	51.0	15.0	89.0	15.8	2.44	2.37	89.0	15.8	2.44	2.37	1.56	1.000
⅞	45.0	13.2	79.6	14.0	2.45	2.32	79.6	14.0	2.45	2.32	1.57	1.000
¾	38.9	11.4	69.7	12.2	2.47	2.28	69.7	12.2	2.47	2.28	1.58	1.000
⅝	32.7	9.61	59.4	10.3	2.49	2.23	59.4	10.3	2.49	2.23	1.58	1.000
9/16	29.6	8.68	54.1	9.34	2.50	2.21	54.1	9.34	2.50	2.21	1.59	1.000
½	26.4	7.75	48.6	8.36	2.50	2.19	48.6	8.36	2.50	2.19	1.59	1.000

(continues)

TABLE B-10 PROPERTIES OF EQUAL AND UNEQUAL ANGLE SECTIONS: U S. CUSTOMARY UNITS (*Continued*)

Size and thickness (in.)	Weight per foot (lb)	Area (in.^{2})	Axis X–X: I (in.^{4})	Axis X–X: $S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	Axis X–X: $r = \sqrt{I/A}$ (in.)	Axis X–X: y (in.)	Axis Y–Y: I (in.^{4})	Axis Y–Y: $S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	Axis Y–Y: $r = \sqrt{I/A}$ (in.)	Axis Y–Y: x (in.)	Axis Z–Z: $r = \sqrt{I/A}$ (in.)	Axis Z–Z: $\tan \alpha$
L8 × 6 × 1	44.2	13.0	80.8	15.1	2.49	2.65	38.8	8.92	1.73	1.65	1.28	0.543
7/8	39.1	11.5	72.3	13.4	2.51	2.61	34.9	7.94	1.74	1.61	1.28	0.547
3/4	33.8	9.94	63.4	11.7	2.53	2.56	30.7	6.92	1.76	1.56	1.29	0.551
5/8	28.5	8.36	54.1	9.87	2.54	2.52	26.3	5.88	1.77	1.52	1.29	0.554
9/16	25.7	7.56	49.3	8.95	2.55	2.50	24.0	5.34	1.78	1.50	1.30	0.556
1/2	23.0	6.75	44.3	8.02	2.56	2.47	21.7	4.79	1.79	1.47	1.30	0.558
7/16	20.2	5.93	39.2	7.07	2.57	2.45	19.3	4.83	1.80	1.45	1.31	0.560
L8 × 4 × 1	37.4	11.0	69.6	14.1	2.52	3.05	11.6	3.94	1.03	1.05	0.846	0.247
3/4	28.7	8.44	54.9	10.9	2.55	2.95	9.36	3.07	1.05	0.953	0.852	0.258
9/16	21.9	6.43	42.8	8.35	2.58	2.88	7.43	2.38	1.07	0.882	0.861	0.265
1/2	19.6	5.75	38.5	7.49	2.59	2.86	6.74	2.15	1.08	0.859	0.865	0.267
L7 × 4 × 3/4	26.2	7.69	37.8	8.42	2.22	2.51	9.05	3.03	1.09	1.01	0.860	0.324
5/8	22.1	6.48	32.4	7.14	2.24	2.46	7.84	2.58	1.10	0.963	0.865	0.329
1/2	17.9	5.25	26.7	5.81	2.25	2.42	6.53	2.12	1.11	0.917	0.872	0.335
3/8	13.6	3.98	20.6	4.44	2.27	2.37	5.10	1.63	1.13	0.870	0.880	0.340
L6 × 6 × 1	37.4	11.0	35.5	8.57	1.80	1.86	35.5	8.57	1.80	1.86	1.17	1.000
7/8	33.1	9.73	31.9	7.63	1.81	1.82	31.9	7.63	1.81	1.82	1.17	1.000
3/4	28.7	8.44	28.2	6.66	1.83	1.78	28.2	6.66	1.83	1.78	1.17	1.000
5/8	24.2	7.11	24.2	5.66	1.84	1.73	24.2	5.66	1.84	1.73	1.18	1.000
9/16	21.9	6.43	22.1	5.14	1.85	1.71	22.1	5.14	1.85	1.71	1.18	1.000
1/2	19.6	5.75	19.9	4.61	1.86	1.68	19.9	4.61	1.86	1.68	1.18	1.000
7/16	17.2	5.06	17.7	4.08	1.87	1.66	17.7	4.08	1.87	1.66	1.19	1.000
3/8	14.9	4.36	15.4	3.53	1.88	1.64	15.4	3.53	1.88	1.64	1.19	1.000
5/16	12.4	3.65	13.0	2.97	1.89	1.62	13.0	2.97	1.89	1.62	1.20	1.000

L6 × 4 × 7/8	27.2	7.98	27.7	7.15	1.86	2.12	9.75	3.39	1.11	1.12	0.857	0.421
3/4	23.6	6.94	24.5	6.25	1.88	2.08	8.68	2.97	1.12	1.08	0.860	0.428
5/8	20.0	5.86	21.1	5.31	1.90	2.03	7.52	2.54	1.13	1.03	0.864	0.435
9/16	18.1	5.31	19.3	4.83	1.90	2.01	6.91	2.31	1.14	1.01	0.866	0.438
1/2	16.2	4.75	17.4	4.33	1.91	1.99	6.27	2.08	1.15	0.987	0.870	0.440
7/16	14.3	4.18	15.5	3.83	1.92	1.96	5.60	1.85	1.16	0.964	0.873	0.443
3/8	12.3	3.61	13.5	3.32	1.93	1.94	4.90	1.60	1.17	0.941	0.877	0.446
5/16	10.3	3.03	11.4	2.79	1.94	1.92	4.18	1.35	1.17	0.918	0.882	0.448
L6 × 3½ × ½	15.3	4.50	16.6	4.24	1.92	2.08	4.25	1.59	0.972	0.833	0.759	0.344
3/8	11.7	3.42	12.9	3.24	1.94	2.04	3.34	1.23	0.988	0.787	0.767	0.350
5/16	9.8	2.87	10.9	2.73	1.95	2.01	2.85	1.04	0.996	0.763	0.772	0.352
L5 × 5 × 7/8	27.2	7.98	17.8	5.17	1.49	1.57	17.8	5.17	1.49	1.57	0.973	1.000
3/4	23.6	6.94	15.7	4.53	1.51	1.52	15.7	4.53	1.51	1.52	0.975	1.000
5/8	20.0	5.86	13.6	3.86	1.52	1.48	13.6	3.86	1.52	1.48	0.978	1.000
1/2	16.2	4.75	11.3	3.16	1.54	1.43	11.3	3.16	1.54	1.43	0.983	1.000
7/16	14.3	4.18	10.0	2.79	1.55	1.41	10.0	2.79	1.55	1.41	0.986	1.000
3/8	12.3	3.61	8.74	2.42	1.56	1.39	8.74	2.42	1.56	1.39	0.990	1.000
5/16	10.3	3.03	7.42	2.04	1.57	1.37	7.42	2.04	1.57	1.37	0.994	1.000
L5 × 3½ × 3/4	19.8	5.81	13.9	4.28	1.55	1.75	5.55	2.22	0.977	0.996	0.748	0.464
5/8	16.8	4.92	12.0	3.65	1.56	1.70	4.83	1.90	0.991	0.951	0.751	0.472
1/2	13.6	4.00	9.99	2.99	1.58	1.66	4.05	1.56	1.01	0.906	0.755	0.479
7/16	12.0	3.53	8.90	2.64	1.59	1.63	3.63	1.39	1.01	0.883	0.758	0.482
3/8	10.4	3.05	7.78	2.29	1.60	1.61	3.18	1.21	1.02	0.861	0.762	0.486
5/16	8.7	2.56	6.60	1.94	1.61	1.59	2.72	1.02	1.03	0.838	0.766	0.489
1/4	7.0	2.06	5.39	1.57	1.62	1.56	2.23	0.830	1.04	0.814	0.770	0.492
L5 × 3 × 5/8	15.7	4.61	11.4	3.55	1.57	1.80	3.06	1.39	0.815	0.796	0.644	0.349
1/2	12.8	3.75	9.45	2.91	1.59	1.75	2.58	1.15	0.829	0.750	0.648	0.357
7/16	11.3	3.31	8.43	2.58	1.60	1.73	2.32	1.02	0.837	0.727	0.651	0.361
3/8	9.8	2.86	7.37	2.24	1.61	1.70	2.04	0.888	0.845	0.704	0.654	0.364
5/16	8.2	2.40	6.26	1.89	1.61	1.68	1.75	0.753	0.853	0.681	0.658	0.368
1/4	6.6	1.94	5.11	1.53	1.62	1.66	1.44	0.614	0.861	0.657	0.663	0.371

(continues)

TABLE B-10 PROPERTIES OF EQUAL AND UNEQUAL ANGLE SECTIONS: U.S. CUSTOMARY UNITS (*Continued*)

Size and thickness (in.)	Weight per foot (lb)	Area (in.²)	Axis X–X: I (in.⁴)	Axis X–X: $S = \frac{I}{c}$ (in.³)	Axis X–X: $r = \sqrt{I/A}$ (in.)	Axis X–X: y (in.)	Axis Y–Y: I (in.⁴)	Axis Y–Y: $S = \frac{I}{c}$ (in.³)	Axis Y–Y: $r = \sqrt{I/A}$ (in.)	Axis Y–Y: x (in.)	Axis Z–Z: $r = \sqrt{I/A}$ (in.)	tan α
L4 × 4 × ¾	18.5	5.44	7.67	2.81	1.19	1.27	7.67	2.81	1.19	1.27	0.778	1.000
⅝	15.7	4.61	6.66	2.40	1.20	1.23	6.66	2.40	1.20	1.23	0.779	1.000
½	12.8	3.75	5.56	1.97	1.22	1.18	5.56	1.97	1.22	1.18	0.782	1.000
7/16	11.3	3.31	4.97	1.75	1.23	1.16	4.97	1.75	1.23	1.16	0.785	1.000
⅜	9.8	2.86	4.36	1.52	1.23	1.14	4.36	1.52	1.23	1.14	0.788	1.000
5/16	8.2	2.40	3.71	1.29	1.24	1.12	3.71	1.29	1.24	1.12	0.791	1.000
¼	6.6	1.94	3.04	1.05	1.25	1.09	3.04	1.05	1.25	1.09	0.795	1.000
L4 × 3½ × ⅝	14.7	4.30	6.37	2.35	1.22	1.29	4.52	1.84	1.03	1.04	0.719	0.745
½	11.9	3.50	5.32	1.94	1.23	1.25	3.79	1.52	1.04	1.00	0.722	0.750
7/16	10.6	3.09	4.76	1.72	1.24	1.23	3.40	1.35	1.05	0.978	0.724	0.753
⅜	9.1	2.67	4.18	1.49	1.25	1.21	2.95	1.17	1.06	0.955	0.727	0.755
5/16	7.7	2.25	3.56	1.25	1.26	1.18	2.55	0.994	1.07	0.932	0.730	0.757
¼	6.2	1.81	2.91	1.03	1.27	1.16	2.09	0.808	1.07	0.909	0.734	0.759
L4 × 3 × ⅝	13.6	3.98	6.03	2.30	1.23	1.37	2.87	1.35	0.849	0.871	0.637	0.534
½	11.1	3.25	5.05	1.89	1.25	1.33	2.42	1.12	0.864	0.827	0.639	0.543
7/16	9.8	2.87	4.52	1.68	1.25	1.30	2.18	0.992	0.871	0.804	0.641	0.547
⅜	8.5	2.48	3.96	1.46	1.26	1.28	1.92	0.866	0.879	0.782	0.644	0.551
5/16	7.2	2.09	3.38	1.23	1.27	1.26	1.65	0.734	0.887	0.759	0.647	0.554
¼	5.8	1.69	2.77	1.00	1.28	1.24	1.36	0.599	0.896	0.736	0.651	0.558
L3½ × 3½ × ½	11.1	3.25	3.64	1.49	1.06	1.06	3.64	1.49	1.06	1.06	0.683	1.000
7/16	9.8	2.87	3.26	1.32	1.07	1.04	3.26	1.32	1.07	1.04	0.684	1.000
⅜	8.5	2.48	2.87	1.15	1.07	1.01	2.67	1.15	1.07	1.01	0.687	1.000
5/16	7.2	2.09	2.45	0.976	1.08	0.990	2.45	0.976	1.08	0.990	0.690	1.000
¼	5.8	1.69	2.01	0.794	1.09	0.968	2.01	0.794	1.09	0.968	0.694	1.000

L3½ × 3 × ½	10.2	3.00	3.45	1.45	1.07	1.13	2.33	1.10	0.881	0.875	0.621	0.714
7/16	9.1	2.65	3.10	1.29	1.08	1.10	2.09	0.975	0.889	0.853	0.622	0.718
3/8	7.9	2.30	2.72	1.13	1.09	1.08	1.85	0.851	0.897	0.830	0.625	0.721
5/16	6.6	1.93	2.33	0.954	1.10	1.06	1.58	0.722	0.905	0.808	0.627	0.724
1/4	5.4	1.56	1.91	0.776	1.11	1.04	1.30	0.589	0.914	0.785	0.631	0.727
L3½ × 2½ × ½	9.4	2.75	3.24	1.41	1.09	1.20	1.36	0.760	0.704	0.705	0.534	0.486
7/16	8.3	2.43	2.91	1.26	1.09	1.18	1.23	0.677	0.711	0.682	0.535	0.491
3/8	7.2	2.11	2.56	1.09	1.10	1.16	1.09	0.592	0.719	0.660	0.537	0.496
5/16	6.1	1.78	2.19	0.927	1.11	1.14	0.939	0.504	0.727	0.637	0.540	0.501
1/4	4.9	1.44	1.80	0.755	1.12	1.11	0.777	0.412	0.735	0.614	0.544	0.506
L3 × 3 × ½	9.4	2.75	2.22	1.07	0.898	0.932	2.22	1.07	0.898	0.932	0.584	1.000
7/16	8.3	2.43	1.99	0.954	0.903	0.910	1.99	0.954	0.905	0.910	0.585	1.000
3/8	7.2	2.11	1.76	0.833	0.913	0.888	1.76	0.833	0.913	0.888	0.587	1.000
5/16	6.1	1.78	1.51	0.707	0.922	0.865	1.51	0.707	0.922	0.865	0.589	1.000
1/4	4.9	1.44	1.24	0.577	0.930	0.842	1.24	0.577	0.930	0.842	0.592	1.000
3/16	3.71	1.09	0.962	0.441	0.939	0.820	0.962	0.441	0.939	0.820	0.596	1.000
L3 × 2½ × ½	8.5	2.50	2.08	1.04	0.913	1.00	1.30	0.744	0.722	0.750	0.520	0.667
7/16	7.6	2.21	1.88	0.928	0.920	0.978	1.18	0.664	0.729	0.728	0.521	0.672
3/8	6.6	1.92	1.66	0.810	0.928	0.956	1.04	0.581	0.736	0.706	0.522	0.676
5/16	5.6	1.62	1.42	0.688	0.937	0.933	0.898	0.494	0.744	0.683	0.525	0.680
1/4	4.5	1.31	1.17	0.561	0.945	0.911	0.743	0.404	0.753	0.661	0.528	0.684
3/16	3.39	0.996	0.907	0.430	0.954	0.888	0.577	0.310	0.761	0.638	0.533	0.688
L3 × 2 × ½	7.7	2.25	1.92	1.00	0.924	1.08	0.672	0.474	0.546	0.583	0.428	0.414
7/16	6.8	2.00	1.73	0.894	0.932	1.06	0.609	0.424	0.553	0.561	0.429	0.421
3/8	5.9	1.73	1.53	0.781	0.940	1.04	0.543	0.371	0.559	0.539	0.430	0.428
5/16	5.0	1.46	1.32	0.664	0.948	1.02	0.470	0.317	0.567	0.516	0.432	0.435
1/4	4.1	1.19	1.09	0.542	0.957	0.993	0.392	0.260	0.574	0.493	0.435	0.440
3/16	3.07	0.902	0.842	0.415	0.966	0.970	0.307	0.200	0.583	0.470	0.439	0.446

(continues)

TABLE B-10 PROPERTIES OF EQUAL AND UNEQUAL ANGLE SECTIONS: U.S. CUSTOMARY UNITS (*Continued*)

			Axis X–X				Axis Y–Y				Axis Z–Z	
Size and thickness (in.)	Weight per foot (lb)	Area (in.^{2})	I (in.^{4})	$S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	$r = \sqrt{I/A}$ (in.)	y (in.)	I (in.^{4})	$S = \frac{I}{c}$ (in.^{3})	$r = \sqrt{I/A}$ (in.)	x (in.)	$r = \sqrt{I/A}$ (in.)	$\tan \alpha$
L2½ × 2½ × ½	7.7	2.25	1.23	0.724	0.739	0.806	1.23	0.724	0.739	0.806	0.487	1.000
⅜	5.9	1.73	0.984	0.566	0.753	0.762	0.984	0.566	0.753	0.762	0.487	1.000
5/16	5.0	1.46	0.849	0.482	0.761	0.740	0.849	0.482	0.761	0.740	0.489	1.000
¼	4.1	1.19	0.703	0.394	0.769	0.717	0.703	0.394	0.769	0.717	0.491	1.000
3/16	3.07	0.902	0.547	0.303	0.778	0.694	0.547	0.303	0.778	0.694	0.495	1.000
L2½ × 2 × ⅜	5.3	1.55	0.912	0.547	0.768	0.831	0.514	0.363	0.577	0.581	0.420	0.614
5/16	4.5	1.31	0.788	0.466	0.776	0.809	0.446	0.310	0.584	0.559	0.422	0.620
¼	3.62	1.06	0.654	0.381	0.784	0.787	0.372	0.254	0.592	0.537	0.424	0.626
3/16	2.75	0.809	0.509	0.293	0.793	0.764	0.291	0.196	0.600	0.514	0.427	0.631
L2 × 2 × ⅜	4.7	1.36	0.479	0.351	0.594	0.636	0.479	0.351	0.594	0.636	0.389	1.000
5/16	3.92	1.15	0.416	0.300	0.601	0.614	0.416	0.300	0.601	0.614	0.390	1.000
¼	3.19	0.938	0.348	0.247	0.609	0.592	0.348	0.247	0.609	0.592	0.391	1.000
3/16	2.44	0.715	0.272	0.190	0.617	0.569	0.272	0.190	0.617	0.569	0.394	1.000
⅛	1.65	0.484	0.190	0.131	0.626	0.546	0.190	0.131	0.626	0.546	0.398	1.000

جدول: د ځينو موادو د محكميت تقريبي حدونه.

مواد	(σ) Mpa	مواد	(σ) Mpa
(Tention) Steel كشش			
Steel. 2	340-420	Glass ښيښه	600-1200
Steel. 3	380-470	Bozailt بازالټ	250-320
Steel, 4	420-520	Granit ګرانيتت	120-260
Steel. 5	500-620	Malbero مرمر	100-180
Steel. 6	600-720	Sand شګه	20-90
ليګير كرومين شوي	800	د اهاكو ډبره	100-150
كرومين، نليكل او موليبديني شوي	1000	سوره ور	20-50
صابون	320-600	(يوه شپه ورځ زيات و كم ګچ	20
برونز	200-600	خښته	7-30
دالمونيم ديوال	180-500	د شلاك خښته	2-10
(Grey Cost Iron) فشار خاكي چدن:		په مساله كې د تيګي باره	215-9
GC. 15-32	650	مرخت	11
GC. 21-40	750	نرم	23
GC. 24-44	850	وكم	48
GC. 38-48	1000		
GC. 32-52	1100		
GC. 35-56	1200		
GC. 38-60	1300		

نوټ:- د كانكريټ محكميت د هغه د تركيب او موادو پوري (پوخوالي) اړه لري.

جدول: د خینو پلاستماسو لپاره د محکمیت تقریبي حدونه:

د محکمیت حد (σ) Mpa		مواد Matrial	د محکمیت حد (σ) Mpa		مواد Matrial
فشار Compre sscion	کشش Tention		فشار Compre sscion	کشش Tention	
130-250	85-100	تکستالیت Tekstalit	·	50	Veneplast وینپلاسټ
150-180	150-170	هیتناکس Hitnax	·	65	Poliethlin پولي تلین
115	130	باکلسنرسن شوي کنف	80-100	20-30	Boklet باکلیټ
				50-70	Sloloid سلولوئید

جدول: د سپنسو لپاره په کشش کې د محکمیت خینې تخمیني حدونه {σ}

	سپنسي Fibre	{σ} (Mpa)	سپنسي Fibre
450	پوست Hemp	376	مالوچ (پنبه) Cotton
477	د مالینتست کې پوست	709	وړی Wool
292	کوپرا Copre	448	وریښم Silk
355	نباتي وریښم Vegetable silk	352	کتان،ذغر Flax
		287	جوټ

د لرگيو د کلکوالي اټکلي (تخميني) حدونه:

د ځنگل جنس	د محکميت حد Mpa		
	په ستاتيك کوږوالي کې	په توږلو (ماتولو) کې	د سپنسي په امتداد په فشار کې
Pine tree غوزنځى	50.5-115.0	6.5-9.5	12.0-62.5
Siberya Pine ساىبريا غوزنځى	28.6-115.5	-	16.2-50.0
Fir لاچي	52.4-101.0	-	31.8-56.5
Kafkaz silver fir قفقاز سرو	53.4-107.8	4.5-9.0	28.2-55.0
Siberya cedar د سايبريا جلغوزه	39.8-70.1	-	25.6-40.8
Kaj tree کاج ونه	80.0-125.0	7.7-10.0	41.4-67.0
Birch بهوج ونه	60.6-114.4	9.1-15.4	31.5-62.0
Chestnut د پاڼبنج ونه	60.8-89.1	7.4-10.1	34.3-49.0
Poplar سپېدار	45.7-89.6	6.5-9.5	38.4-54.7
Acacia د اکاسۍ ونه	90.3-151.2	-	46.5-71.5
Beach of Kafkaz د قفقاز د بيچ ونه	81.0-148.0	12.3-14.5	43.2-82.1
Ash tree ښنوبش، شنګ	70.0-170.0	-	37.5-72.5
Oak tree څېړۍ، بلوط	77.0-130.0	-	42.5-65.5
Line tree زيرفون	47.8-83.0	-	25.9-46.3

جدول د ځينو موادو د ارتجاعيت مودول او پاوليلون ضريب

مواد	د ارتجاعيت مودول Mpa		د پاوليلون ضريب
	E	G	
خاکي او سپين چډن	$(4.15\text{-}1.6)x10^5$	$4.5x10^4$	0.23-0.27
چدن چې ځټك كاري قابليت ولري	$4.55x10^5$	-	
كاربني پولاد	$(2.0\text{-}2.1)x10^5$	$8.1x10^4$	0.24-0.28
لګير پولاد	$2.1\text{-}x10^5$	$8.1x10^4$	0.25-0.30
پولادي رخت	$1.75x10^5$	-	0.31-0.34
پره كات مس	$1.1x10^5$	$4.0x10^4$	-
يخ كشش شوي مس	$1.3x10^5$	$4.9x10^4$	-
مس، رخت	$0.84x10^5$	-	-
المونيمي برونز رخت	$1.05x10^5$	$4.2x10^4$	-
يخ كش شوي لاتون	$(0.91\text{-}0.99)x10^5$	$(3.5\text{-}3.9)x10^4$	0.32-0.42
المونيمي سيم كش شوې	$0.7x10^5$	-	-
سرب	$0.170x10^5$	$0.70x10^4$	0.42
ګرانيت	$0.49x10^5$	-	-
مرمر	$0.42x10^5$	-	-
ريګ (شګه)	$0.56x10^5$	-	-
د اهكو ډبره	$0.18x10^5$	-	-
ختيين سست (نرم) سرب	$0.2x10^5$	-	1.16
ختيين متوسط محكم والى لرونكي سرب	$(0.310\text{-}0.333)x10^5$	-	تر 0.40

د تیکي پسخه له

گرانیت	$(0.09\text{-}0.1)x10^5$	-	-
ریګ	$0.06x10^5$	-	-
خښته	$(0.027\text{-}0.030)$ $x10^5$	-	-

کاندبلیت چې محکم والي حد یې Kg/cm^2

100	$(0.196\text{-}0.146)$ $x10^5$	-	-
150	$(0.214\text{-}0.164)$ $x10^5$	-	-
200	$(0.232\text{-}0.182)$ $x10^5$	-	-
ربړ	$0.00008x10^5$	-	0.47
شیشه	$0.56x10^5$	$2.2x10^4$	2.25
یخ	$0.10x10^5$	$(10.28\text{-}43)x10^4$	-

نوټ:- د دې لپاره چې د ارتجاعیت مودول قیمت Kg/cm^2 په لاس راوړو لاژمه ده چې MPa قیمت په 10 کې ضرب کړو.

ماخذونه

1. Strength of Material fourth edition, Andrew Pytel, the Pennsylvania state University Ferdinand. L Singer, Late New York University, 1987.
2. Hand Book. S.P.Fecik Kive 1982, for strength of materials.
3. Strength of Materials, G.H. Ryder, 3rd edition, Hong kong 1989
4. Strength of Materials and structures, Edward Arnold.
5. Materials for the Engineering Technician, Edward Arnold.
6. Proporties of Engineering Materials, Edward Arnold



ځور او د کور هیلې

موږ په ۱۳۷۱ هـ ل کال (۱۹۹۲ ع) د ختیځ د کلتوري او ټولنیزو چارو موسسې په نوم کار پیل کړ. په ۱۳۷٦ هـ ل (۱۹۹۷ ع) مو د ختیځ بیا رغونې ادارې (کور) په نوم خپل کار ته دوام ورکړ.

د کور د خپرونو څانګه هڅه کوي چې په خپله ژبه درنو هېوادوالو ته د هغوی د اړتیا وړ هر ډول کتابونه برابر کړي. په پښتو ژبه د علمي، خېړنیزو او تکنیکي کتابونو کموالي د دې سبب شوی چې موږ دغه ډول کتابونو ته د لومړیتوب حق ورکړو. موږ زیات باسو چې ګرانو هېوادوالو ته په نړیوال ستندرډ کره کتابونه وړاندې کړو. دا ټولنه سربیره په ګنو داوطلبانو تصمیم نیونکې جرګه لري چې غړي یې عبارت دي له ډاکټر محمد فرید بزګر، نعمت الله رسولي او قدرت الله هیواد پال څخه. موږ د کتابونو د چاپ په برخه کې د اړونده څانګې له مسلکي وګړو سره مشوره کوو او د هغوی نظر ته له هر څه ترجیح ورکول کېږي.

موږ ډېره هڅه کړې چې کور پخپلو پښو ودرېږي، تر اوسه مو د کور په لګښت ډېر کتابونه هېوادوالو ته وړاندې کړي دي. هغه کتابونه چې موږ یې په یوازې ځان پېټی نه شو پورته کولای، نو له دوستانو مو غوښتي چې زموږ ملاتړ وکړي، د نورو هېوادوالو مالي او تخنیکي مرسته په اړوند کتاب کې ذکر شوې ده.

د کور د خپرونو څانګې یوازې د کتابونو پر چاپ بسنه نه ده کړې، تر اوسه دغلته ډېرو افغانانو ته د کمپیوټر زده کړې او پښتو/فارسي ټایپ زده کړې زمینه برابره شوې ده. له ډېرو افغاني مطبوعاتو سره فني مرسته شوې او ډېرو لیکوالانو ته یو څه مالي مرسته برابره شوې ده.

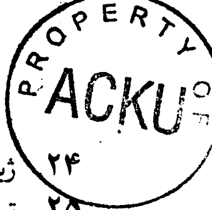
زموږ ستره موخه د وران افغانستان په بیا ودانولو کې برخه اخیستل دي. له درنو لوستونکو څخه هیله کوو، چې موږ ته د کور د خپرونو په اړه خپل نظر او د خپلې خوښې د کتابونو په اړه ولیکي، او د مختلفو څانګو له درنو پوهانو څخه هیله کوو، چې د خپلو خوږېدلو هېوادوالو لپاره خپله پوهه و نه سپموي، موږ زمنه کوو چې د هغوی پوهه په ښه شان اړو هېوادوالو ته انتقال کړو. او له هغو شتمنو هېواوالو څخه چې د وران هېواد د بیا ودانولو مینه لري، هیله کوو چې په خپلو مالي مرستو د کور کارونه همیشني کړي. خورا درنښت

ډاکټر محمد فرید بزګر

د کور بنسټ ایښودونکي او ادارې مشر

د ختیځ د بیا رغونې اداري (کور) د خپرونو څانګې تر اوسه خپاره کړي دي:

۱. د سند باد پېښې، د ماشومانو لپاره په زړه پورې مصورې کیسې، (دوه ځله)
۲. د طرابلس زمریان ، د لیبیا په مظلوم ولس د ایتالیایي یرغلګرو د ظلم انځورونکې قصه
۳. ولسي ملغلرې، د پښتو متلونو او ولسي قصو مجموعه، سیداګل غریبیار
۴. لنډۍ، د ۴۰۰۰ په شاوخوا کې لنډۍ، راټولونکی سیداګل غریبیار
۵. د خوب نړۍ، خوب د ساپوهنې له نظره، حبیب الله ببرکزی ځدراڼ
۶. د سینې ناروغي او توبرکلوز، د طب د زده کوونکو او ډاکترانو لپاره طبي کتاب
۷. تشخیصي رادیولوژي، د طب د زده کوونکو او ډاکترانو لپاره طبي کتاب
۸. جراحی اعصاب (جلد اول)، کتاب طبي برای محصلین طب و دکتوران جراح
۹. رهنمای عملي کاربرد دواها ، کتاب رهنما برای نسخه نویسي درست ادویه اساسي
۱۰. د کمپیوټر اساسات، وینډوز او کمپیوټري محاوره د کمپیوټر په اړه بشپړ معلومات
۱۱. The Ethenic Composition of Afghanistan
۱۲. اوښکې د بڼو په سر، د ډاکټر محمد یونس مروت شعري ټولګه
۱۳. رهنمای عملی طبابت اطفال (دو بار)
۱۴. د جزا قانون شرحه، لومړی کتاب، کلیم الله ملکزی
۱۵. د درملو د استعمال عملی لارښود ، ډاکتر مالتې وان بلومردر
۱۶. د اپینو لار، تاریخي قصه، استاد عبدالغفور بریښنا
۱۷. د اروا پوهنې ښوونځي، د کابل پوهنتون د ښوونې او روزنې د پوهنځي درسي کتاب
۱۸. نغوتي او نغوړي، ولسنامه نه شهنامه، لظیف جان بابي
۱۹. افغانستان: فیډرالیزم، محمد انعام واك
۲۰. د پرښتې خوب، د څو لنډو کیسو مجموعه، حفیظ الله تراب
۲۱. په لومړنیو ښوونځیو کې د ژبې د زده کړې لارښوونې او ستراتیژي
۲۲. د هوښیارتیا تله، ډاکتر کبیر ستوری
۲۳. خرمړی، تورکي لیکوال عزیز نسین



۲۴. ژبساپوهنه، ډاکټر کبیر ستوري
۲۵. تواریخ: پښتون، افغان، افغانستان، قدرت الله حداد فرهاد
۲۶. د اسلامي فقهې اساسات، پوهاند حسین خیل
۲۷. د موادو مقاومت، د انجنیرۍ د پوهنځي لپاره

چاپ ته تیار:

- د پښتني قبیلوي خیلونو قاموس (د پښتنو قبیلو بشپړ قاموس، د افغانستان د علومو اکاډمۍ پنځه کلنه څېړنه)
- سلګۍ په لویدیز کې (د حفیظ الله تراب د لنډو قیصو د دریې ټولګو ټولګه)

ډیر ژر به چاپ شي:

- د نولسمې پېړۍ په پای او د شلمې پېړۍ په پیل کې د پښتنو استوګنځي
- د آریانا موقعیت او د آریائیانو جغرافیایي سیمې
- ویره، د ساپوهنې له نظره، ډاکټر کبیر ستوري
- یخچال او مډرن ایرکانډیشن
- د څرګانو ساتنه
- د نقلیه وسایطو تخنیکي قاموس
- اسلامي هېوادونه او په نړۍ کې مسلمان اقلیتونه، پوهنمل شاه محمود منګل
- او نور

د خپلو کتابونو د تصحیح، ټایپ، ډیزاین او چاپ لپاره زموږ سره په دې پتو په تماس کې شئ:

Dr. M. Farid Bazger
G.P.O. Box 607, Peshawar, Pakistan
Tel. +92-91-841280, 845637, 45504 یا 844202 Fax. +92-91-841089

E-mail: kor_bazger@hotmail.com ,
farid_bazger@hotmail.com

او یا د دعوت د خپروني له لارې: **C/O M.Tariq Bazger**

P.O.Box 289, 2001 Lillestrom, Norway
Phone: +47-90856195
Fax: +47-63875971
E.mail: dawatnet@start.no
Website:http: /home.no.net/dawatnet





د ليکوال لنډه سوانح

نوم: ډيپلوم انجنير محمد معشوق (پتيار)

پلار نوم: حاجي محمدا ګل

د زيږيدو ځای: شپوله، قدرت کلی، ولسوالي هسکه مينه، ولايت ننګرهار.

د زيږيدو نيټه: ۱۹۶۱ ميلادي يا ۱۳۴۰ هجري شمسي.

زده کړه:

لومړنی: د شپول منځنی ښوونځی ۱۳۴۵ تر ۱۳۵۴

ليسه: د خوست ميخانيکي ليسه ۱۳۵۴ تر ۱۳۵۷

پوهنتون: يوکراين (د ماشين جوړولو پوهنتون) ۱۳۵۸ تر ۱۳۶۴هجري شمسي.(1978 - 1985) ميلادي

د تحصيل په ټوله دوره کې ممتاز پاتې شوی دی.

دندې:

د مخابراتو وزارت د يکه توت تخنيکي ورکشاپ د فني مامور په حيث ۱۳۵۷-۱۳۵۸

د ننګرهار پوهنتون د انجنيرۍ پوهنځی ۱۳۶۴-۱۳۶۷

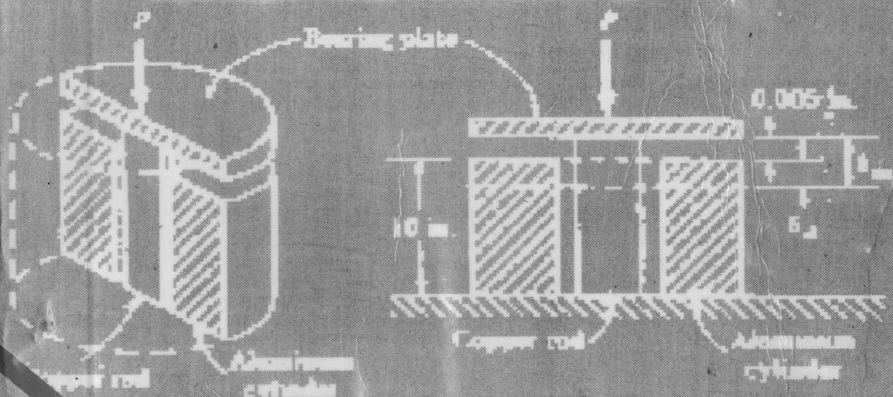
له ۱۳۶۷ څخه په پېښور کې په مختلفو غير دولتي ادارو (NGOs) کې لکه شلتر نو انترنيشنل، سويډن کميټې مربوط وحدت لېسه، UNILOG، اکلو، د افغانستان معاصر جهادي دايرۀ المعارف، د اکبر کميټه، مديرا او فعلاً په افغان ايد کې کار کوي.

د هجرت له ديار څخه د بېرته ستنيدو وروسته په ۱۳۷۵ کې يې بيرته د ننګرهار پوهنتون د انجنيرۍ پوهنځي کې د استادۍ دنده په غاړه واخسته او هلته د نظري ميخانيک او د موادو د مقاومت درس ورکوي.

$$r_1 = r_{max} = \sqrt{\frac{I_{max}}{A}} = \sqrt{\frac{36608}{115.9}} = 17.77\,cm$$

$$r_2 = r_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}} = \sqrt{\frac{3980.7}{115.9}} = 5.86\,cm$$

Strength of Materials



Engineer Mohammad Mashooq Patyar